ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 1er DÉCEMBRE 1902,

PRÉSIDENCE DE M. BOUQUET DE LA GRYE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur la température d'inflammation et sur la combustion, dans l'oxygène, des trois variétés de carbone.* Note de M. **Henri Moissan.**

« La destruction régulière et continue des matières organiques, c'est-à-dire des matières carbonées qui nous entourent, a depuis longtemps frappé l'attention des savants. L'action microbienne est une cause permanente de cette destruction, mais, d'après certains faits, il semble aussi que cette transformation puisse se produire grâce à un simple phénomène chimique d'oxydation lente. Nous avons pensé que, pour aborder l'étude de cette question, il fallait tout d'abord envisager quelle était l'action de l'oxygène sur les trois variétés de carbone.

» Dans des expériences entreprises en 1893 sur la combustion du diamant dans l'oxygène (1), nous avons remarqué que le dégagement d'acide carbonique précédait le phénomène de l'inflammation du carbone.

» Ces expériences touchent à l'importante question des relations entre les vitesses de réaction et la température.

» Depuis longtemps, les chimistes ont reconnu que les réactions, possibles à la température ordinaire, s'arrêtent lorsque cette température s'abaisse. Les travaux de Dumas, de M. Pictet, de MM. Dorn et Wöllmer établissent ce fait avec netteté. Nous avons démontré en collaboration avec M. Dewar que le plus actif de tous les corps simples, le fluor, n'atta-

(1) H. Moissan, *Sur quelques propriétés nouvelles du diamant* (*Comptes rendus,* t. CXVI, 1893, p. 460).

quait plus le silicium, le phosphore, le carbone et le mercure, à la température de -210° ([1]). Si l'on s'élève au-dessus de cette température, les corps entrent en réaction, et, dans un certain nombre de cas, il se produit une inflammation dont la température exacte est assez difficile à déterminer.

» En effet, pour étudier cette question d'une façon aussi complète que possible à une pression constante, il faut tenir compte de l'état physique des corps réagissants et du rôle si grand des impuretés. Nous rappellerons, à ce propos, les importantes recherches de M. Van't Hoff, de MM. Mallard et Le Chatelier, de Victor Meyer, de MM. Armand Gautier et Hélier et enfin de M. Berthelot. Cette question de la température d'inflammation a été indiquée d'une façon magistrale dans les études de Bunsen ([2]) sur les phénomènes de combustion des gaz, et l'importance de la pression sur la combustion lente a été mise en évidence par les belles expériences de M. Joubert sur la phosphorescence ([3]). Dans toutes nos recherches il n'est question que de la température d'inflammation et jamais de la température de combustion.

» *Combustion du diamant dans l'oxygène.* — Le diamant était placé au milieu d'un tube de porcelaine de Berlin traversé par un courant d'oxygène pur et sec. Une pince thermo-électrique de Le Chatelier était en contact avec le diamant sur un petit support de porcelaine fixé au milieu du tube. L'appareil, dont nous donnerons la description complète aux *Annales de Chimie et de Physique,* était chauffé sur une grille à gaz. Le volume de ce tube de porcelaine était d'environ 100^{cm^3}. Il était fermé par deux ajutages cylindriques de verre qui portaient perpendiculairement à l'axe une lamelle à faces parallèles permettant de voir nettement le diamant au milieu de l'appareil. Enfin, un tube de verre latéral amenait le courant gazeux dans un petit barboteur à eau de baryte. Le débit du courant d'oxygène sec était d'environ 1^{l} en 10 minutes. L'oxygène employé dans cette expérience renfermait de 1,5 à 1,8 d'azote. Il était séché par son passage dans une série de tubes en U remplis les uns de potasse, les autres de baryte caustique. Au préalable, il traversait un petit barboteur à eau de baryte qui servait de témoin et devait rester limpide pendant toute la durée de l'opération.

([1]) Moissan et Dewar, *Sur la liquéfaction du fluor* (*Comptes rendus,* t. CXXIV, p. 1202; et t. CXXV, 1897, p. 505).

([2]) Bunsen, *Méthodes gazométriques. Phénomènes de combustion des gaz.*

([3]) Joubert, *Annales de l'École Normale,* t. III, 1874, p. 209.

» Un diamant transparent du Cap, du poids de 162mg, a été chauffé dans ces conditions. La température s'élevait lentement, et, après 15 minutes de chauffe à 710°, l'eau de baryte ne s'était pas troublée. En continuant à élever la température, on reconnut nettement qu'à 720° il se produisait un très léger louche indiquant la formation d'une petite quantité d'acide carbonique. Ce louche continue à augmenter, mais avec lenteur, à 730°, puis à 740° et 750°, sans que le diamant ait commencé à brûler. Ce diamant était de la même couleur que le tube chauffé et n'était entouré d'aucune flamme. En continuant à élever progressivement la température donnée par la pince thermo-électrique, il est facile d'arriver jusqu'à 790°, où, dès lors, le dégagement de l'acide carbonique est assez abondant sans que le carbone présente le phénomène de l'incandescence. En continuant encore à élever la température, on voit tout d'un coup, à 800°, le diamant s'entourer d'une flamme, devenir incandescent, atteindre avec rapidité le blanc éblouissant, et, dès lors, le dégagement de l'acide carbonique est beaucoup plus rapide.

» A partir de ce moment, même si l'on éteint la grille, le dégagement de chaleur produit par la combustion rapide du diamant dans l'oxygène est suffisant pour que l'opération se continue jusqu'à la destruction complète du carbone.

» Cette expérience a été répétée un grand nombre de fois, et les résultats ont été toujours les mêmes. En faisant varier les échantillons, la température d'inflammation peut s'élever plus ou moins, atteindre 820° à 850°, indiquant par là l'existence de plusieurs variétés de diamant, mais la réaction vive est toujours précédée d'une réaction lente qui se produit à 100 ou 150° avant la température d'incandescence.

» Nous avons pu encore démontrer cette réaction lente en maintenant, pendant 4 heures, un diamant du poids de 0g,1096 dans un courant d'oxygène à 780°, c'est-à-dire à une température inférieure de 20° à sa température d'inflammation. Dans ces conditions, ce diamant a perdu, sous forme d'un lent dégagement d'acide carbonique, 41,24 pour 100 de son poids, sans devenir incandescent.

» Nous avons cherché, de plus, si, dans la réaction lente ou dans la réaction vive de l'oxygène sur le diamant, il se formait, au moment de la combustion, une dépolymérisation, et si le diamant présentait des plages noires d'une autre variété de carbone. Nous n'avons jamais pu saisir la transformation du diamant en une autre variété de carbone, soit en produisant une combustion incomplète, soit en laissant tomber brusquement

un diamant incandescent dans de l'eau froide. Du reste, dans les conditions où nous opérions, nous maintenions toujours le diamant en présence d'un grand excès d'oxygène, et il nous paraît difficile que la production d'une autre variété de carbone, plus facilement combustible que le diamant, pût être décelée dans cette expérience.

» *Combustion du graphite.* — Cette combustion a été reproduite dans les mêmes conditions que la précédente. Le premier échantillon que nous avons étudié était un graphite de synthèse très bien cristallisé, produit par l'action du silicium en fragments sur une fonte de fer riche en carbone maintenue liquide dans notre four électrique ([1]).

» Par une élévation graduelle de température, ce graphite a commencé à produire un louche très faible dans l'eau de baryte à la température de 570°. La quantité d'acide carbonique produit est devenue plus abondante à 600°, et le graphite est devenu subitement incandescent à 690°. A cette température, l'incandescence est très vive et la combustion violente.

» L'expérience a été répétée quatre fois sur cet échantillon, et les résultats sont concordants. Ici encore, combustion lente s'accusant par un dégagement très faible d'acide carbonique à une température inférieure de 120° au point d'inflammation.

» Une autre expérience a été faite avec un échantillon de graphite préparé de la façon suivante : Un diamant de 310^{mg} a été chauffé dans un petit creuset de graphite pur, muni de son couvercle, au moyen d'un courant de 1000 ampères sous 60 volts. Dans ces conditions, le diamant se transforme entièrement en graphite. Ce dernier avait une densité de 2,25; par sa combustion dans un courant d'oxygène sec, il a commencé à donner des traces d'acide carbonique à la température de 510°. Sa température d'incandescence a été trouvée égale à 690°.

» L'incandescence, c'est-à-dire la réaction vive, est donc précédée d'une réaction lente qui se produit au moins à 180° du point d'inflammation.

» *Combustion du carbone amorphe.* — Nous avons choisi comme échantillon de carbone amorphe une braise de boulanger obtenue au moyen de bois de bouleau. Cette variété de carbone est produite par une combustion aussi complète que possible; de plus, la température à laquelle elle a été formée n'a pas été trop élevée. Nous évitons ainsi une trop grande poly-

---

([1]) H. Moissan, *Déplacement du carbone par le bore et le silicium dans la fonte en fusion* (*Comptes rendus*, t. CXIX, 1894, p. 1172).

mérisation du carbone mise en évidence dans les importantes recherches de M. Berthelot sur ce sujet.

» Si l'on chauffe cette braise, telle quelle, dans un courant d'oxygène sec ou humide, dès la température de 100° à 110°, on recueille de l'acide carbonique. Mais, selon nous, l'expérience n'est pas concluante, parce que cette variété de carbone est poreuse et retient physiquement un assez grand volume d'oxyde de carbone et d'acide carbonique.

» Nous avons donc commencé par chauffer cette braise dans une étuve à huile pendant 12 heures à la température de 160°. On l'a laissée ensuite refroidir sous une cloche pleine d'air en présence d'anhydride phosphorique. La braise, placée alors dans un tube de verre, a été soumise à l'action du vide, pendant plusieurs heures, au moyen d'une bonne trompe de Berlemont à trois chutes. On recueille, dans ces conditions, un mélange gazeux contenant de l'acide carbonique.

» La braise était portée ensuite à la température de 400° et l'on obtenait, en faisant le vide, une nouvelle quantité de gaz qui, pour 100, avait la composition suivante : acide carbonique 62,50, oxyde de carbone 31,43, oxygène 2,85, azote 2,90. Nous nous sommes assuré, par l'analyse eudiométrique, que cet azote ne renfermait que des traces d'hydrogène. Cette expérience était poursuivie jusqu'à ce que le charbon ne dégage plus aucun gaz.

» Ainsi préparée, cette braise était placée dans un tube en U en verre qui pouvait être chauffé extérieurement par un bain-marie à température constante ([1]). Pour être bien certain que la braise n'avait entraîné aucun gaz, on faisait le vide dans l'appareil à la température de 200°, puis on laissait refroidir le carbone dans le vide. Ce tube en U était rempli d'oxygène pur et sec, et mis ensuite en communication avec un barboteur renfermant de l'eau de baryte. Nous faisions enfin passer dans l'appareil un courant d'oxygène sec.

» Si l'on élève lentement la température, l'eau de baryte reste absolument limpide à 200°, et l'on ne voit se produire un léger trouble que lorsque la braise est portée à 230°. Ici encore la réaction lente se manifeste bien avant l'incandescence. Par des élévations de température lentes et successives, le dégagement d'acide carbonique augmente et l'inflammation se produit à 345°. L'expérience a été répétée plusieurs fois.

([1]) Nous avons employé dans ces expériences un bain d'huile et des bains de nitrates.

» Nous avons aussi, de même que pour le diamant, brûlé 0,0045 de braise dans l'oxygène sec à une température de 330° sans qu'il y eût le moindre phénomène d'incandescence. Mais la formation d'acide carbonique est, dans ce cas, très faible et cette réaction lente a exigé 44 heures.

» Toutes ces expériences établissent donc que la combinaison des différentes variétés de carbone, avec l'oxygène, se produit d'une façon lente bien avant la température d'inflammation.

» Il était vraisemblable que le temps devait intervenir dans la réaction, ainsi que MM. Berthelot et Péan de Saint-Gilles l'ont démontré dans leurs beaux travaux sur l'éthérification ([1]). Nous avons donné alors à nos expériences une autre forme.

» Nous avons placé cette braise de boulanger, chauffée dans le vide avec les précautions que nous avons indiquées précédemment, dans un tube de verre scellé en présence d'oxygène sec ou humide. Nous disposions de $0^{g},4$ à $0^{g},5$ de braise en présence de 25^{cm^3} à 35^{cm^3} d'oxygène. Au moment où le tube était scellé, on prenait la tension du gaz, de façon à déterminer approximativement la pression pour la température à laquelle le tube scellé devait être porté.

» Nous avons ainsi préparé une série de soixante tubes qui ont été maintenus à des températures différentes pendant des temps variables. Nous avions dans ces tubes un système hétérogène formé de gaz et d'un solide poreux, et nos expériences ne pouvaient avoir d'autre prétention que de déterminer la température inférieure à laquelle l'acide carbonique peut se produire dans ces conditions. Un certain nombre de ces tubes ont été maintenus à la température ordinaire, à l'obscurité, et, en recueillant les gaz à la trompe après une année, nous n'avons pas rencontré d'acide carbonique pouvant être décelé par l'eau de baryte.

» Une série de tubes maintenus à la lumière solaire, pendant le mois de septembre et à la température ordinaire, ne nous a pas donné trace de réaction lente.

» Il en a été de même pour les tubes maintenus, pendant 300 heures, à la température de 50°. Mais, au contraire, les tubes qui contenaient de la braise en présence d'oxygène, soit sec, soit humide, maintenus à la température de 100° pendant 140 heures, nous ont donné un louche net avec

(1) Berthelot et Péan de Saint-Gilles, *Recherches sur les affinités : De la formation et de la décomposition des éthers* (*Ann. de Ch. et de Ph.*, 3e série, t. LXV, 1862, p. 385, et t. LXVI, 1863, p. 5).

l'eau de baryte indiquant la formation d'une petite quantité d'acide carbonique. Et, si nous élevons légèrement la température au-dessus de 100°, nous voyons, entre 104° et 110°, l'acide carbonique augmenter lentement, mais nous fournir déjà, après 200 heures, une proportion de 10 pour 100 d'acide carbonique par rapport au volume total. Cette combustion lente se poursuit de même à des températures plus élevées, et à 198° après 24 heures il s'est formé une proportion de 50 pour 100 d'acide carbonique.

» Les résultats sont identiques pour la braise de boulanger et l'air atmosphérique. A une température de 104°, après 264 heures, nous avons trouvé une quantité d'acide carbonique de 4,44 pour 100.

» Si nous employons une autre variété de carbone tel que le noir d'acétylène que nous avons étudié précédemment dans nos recherches sur les carbones amorphes, nous reconnaissons que cette variété, déjà plus polymérisée, ne fournit lentement des traces d'acide carbonique en présence de l'oxygène humide en tube scellé qu'à une température de 150°.

» Ce noir d'acétylène, chauffé dans un courant d'oxygène sec au moyen de l'appareil décrit précédemment, donnait visiblement des traces d'acide carbonique à 240° et ne devenait incandescent qu'à 635°.

» L'eau intervient dans nos expériences d'une façon très nette pour aider à l'oxydation. La surface du charbon intervient aussi, et l'oxydation est d'autant plus prononcée que le charbon est en poudre plus fine.

» A la température de 100° et à une pression voisine de la pression atmosphérique, la braise de boulanger sèche ou humide commence à brûler lentement dans l'oxygène en donnant des traces d'acide carbonique. Cette production d'acide carbonique, d'une excessive lenteur au début, augmente avec le temps sans que nous puissions dire d'après nos expériences si elle atteint une limite. Dès que la quantité d'acide carbonique augmente et devient égale à 2 ou 3 pour 100, nous avons pu établir que ce gaz est toujours accompagné d'une petite quantité d'oxyde de carbone. Ce dernier composé semble bien se produire par combustion lente, car, à 200°, après 72 heures de contact avec de l'acide carbonique, notre braise n'a pas fourni trace d'oxyde de carbone.

» Ces recherches établissent aussi que les combustions lentes des différentes variétés de carbone amorphe impures peuvent s'expliquer par une simple oxydation à l'air. M. Berthelot a déjà appelé l'attention sur ce phénomène à propos des charbons employés dans la fabrication de la poudre (1).

(1) Berthelot, *Sur la force des matières explosives*, 3e édition, t. II, p. 282.

» En résumé, dans toutes ces expériences, la combustion vive des différentes variétés de carbone dans l'oxygène se produit à des températures qui vont en augmentant avec le degré de polymérisation du carbone.

» Les diamants deviennent incandescents dans l'oxygène de 800° à 875°, les graphites aux environs de 650° à 700°, les carbones amorphes entre 300° et 500° (¹); mais chacune de ces réactions vives est précédée d'une réaction d'autant plus lente que la température s'éloigne davantage du point d'inflammation. La braise de boulanger, en particulier, peut brûler très lentement dans l'oxygène sec ou humide sous une tension voisine de la pression atmosphérique à la température de 100°. »

THÉRAPEUTIQUE. — *Recherches expérimentales sur l'adrénaline.* Note de MM. **Ch. Bouchard** et **Henri Claude.**

« Les remarquables propriétés de l'adrénaline, comme agent de vasoconstriction, assurent à ce corps une place au premier rang des substances de notre arsenal thérapeutique dont l'efficacité est incontestée. A côté des applications qui ont été faites de l'adrénaline dans l'hémostase, on tend de plus en plus à l'utiliser dans la médication interne, et, à ce point de vue, il était utile de connaître les effets de l'absorption d'un produit dont l'activité est vraiment remarquable. Voici, brièvement résumées, quelques-unes des expériences que nous avons faites pour étudier la toxicité de l'adrénaline :

» *Expérience I.* — Lapin de $1^{kg},880$, reçoit à 4^h39^m, dans la veine de l'oreille, 1^{cm^3} 85 d'une solution d'adrénaline à $\frac{1}{5000}$; paralysie des membres postérieurs à 4^h44^m, convulsions cloniques et opisthotonos à 4^h46^m, dilatation pupillaire, écume sanguinolente, mort à 4^h49^m. Autopsie : poumons remplis d'une sérosité sanguinolente, infarctus; cœur dilaté; les ventricules cessent de battre seulement à 5^h8^m, et les oreillettes à 6^h30^m. Ecchymoses sous le péricarde et dans la capsule surrénale droite. Viscères anémiés.

» *Expérience II.* — Lapin de $1^{kg},830$, reçoit, à 5^h13^m, dans la veine, 4^{cm^3} de solution à $\frac{1}{5000}$ d'adrénaline, mort à 5^h18^m, après avoir présenté les mêmes accidents et, à l'autopsie, les mêmes lésions.

» *Expérience III.* — Lapin de $1^{kg},770$, reçoit $0^{mg},1$ par kilogramme sous la peau, le 29 octobre. Accidents parésiques légers, se remet et reçoit le 6 novembre $0^{mg},5$ par kilogramme. Il ne meurt que dans la nuit. A l'autopsie, cœur en diastole, infarctus et œdème pulmonaire, ischémie viscérale.

(¹) Dans des recherches antérieures nous avons déterminé la température d'inflammation du noir de fumée (*Le four électrique : Étude du carbone amorphe*, p. 58).

» *Expérience IV.* — Lapin de $2^{kg},650$, reçoit $0^{mg},2$ d'adrénaline par kilogramme dans la veine. Mort au bout de 10 minutes avec les mêmes accidents.

» *Expérience V.* — 15 novembre. Un lapin A de $1^{kg},650$ reçoit $0^{mg},1$ par kilogramme dans la veine. Légère parésie des membres postérieurs, se rétablit bien. Lapin B, poids 2^{kg}, reçoit $0^{mg},1$ par kilogramme sous la peau. Lapin C, poids $1^{kg},870$, reçoit $0^{mg},1$ par kilogramme dans le péritoine. Ces deux derniers ne présentent aucun accident immédiat.

» Le 16 novembre, les lapins A et B sont bien portants, le lapin C également, mais son urine contient du sucre.

» Le 18 novembre, le lapin A supporte bien l'injection intra-veineuse de $0^{mg},2$ par kilogramme; après une parésie passagère, il reprend son état normal. Les lapins B et C, auxquels on a injecté de même $0^{mg},2$ par kilogramme sous la peau et dans le péritoine, ne présentent aucun accident; le lendemain le lapin C a de nouveau du sucre. Cette glycosurie n'est plus constatée dans les urines du 19.

» Le 22, nouvelles injections de $0^{mg},3$ par kilogramme dans les mêmes conditions aux trois animaux. Mais, le lendemain, B et C ont beaucoup de sucre dans leurs urines; le 24 le sucre a disparu.

» Le 25 on injecte $0^{mg},4$ au lapin A, qui offre une légère parésie et se remet, et à B et C $0^{mg},5$ par kilogramme. Le lendemain, le lapin B (voie sous-cutanée) présente seul de la glycosurie.

» *Expérience VI.* — Le 22 novembre on fixe à la paroi abdominale la vessie d'un lapin de $2^{kg},18$. On l'ouvre pour recueillir les urines complètement; puis on injecte dans le péritoine $0^{mg},2$ par kilogramme; on prélève quelques gouttes d'urine dans la vessie toutes les 10 minutes. A la troisième prise, c'est-à-dire moins d'une demi-heure après l'injection, la présence de sucre est constatée dans l'urine. Le glycose apparaît donc entre 20 minutes et une demi-heure après l'injection intra-péritonéale.

» Plusieurs faits se dégagent de ces expériences :

» 1° *Dose mortelle pour le lapin de l'adrénaline injectée en solution dans les veines.* — Si l'on se reporte aux cinq expériences dans lesquelles la solution d'adrénaline a été injectée directement dans la veine, on voit que l'on a déterminé rapidement la mort de l'animal avec $0^{mg},5$ d'adrénaline (expér. II) par kilogramme, et même $0^{mg},2$ (expér. I). D'autre part nous avons vu l'animal survivre après l'injection de $0^{mg},1$ par kilogramme (expér. V). La dose mortelle paraît donc être intermédiaire entre $0^{mg},1$ et $0^{mg},2$ par kilogramme.

» 2° *Causes de la mort dans l'intoxication adrénalique.* — La mort paraît due à deux ordres de causes : *troubles nerveux* dont l'expression la plus simple est la parésie des membres postérieurs qu'on observe pendant quelques minutes chez les animaux qui survivent, et dont l'expression la plus élevée est représentée par ces convulsions cloniques et toniques avec opisthotonos et mydriase que nous avons notées dans l'expérience I; *troubles*

cardio-pulmonaires caractérisés par une respiration accélérée tout d'abord, puis très ralentie aux approches de la mort; la production d'un œdème pulmonaire signalé par un peu d'écume et de bave, dans les cas où les symptômes sont seulement ébauchés, par le rejet d'une quantité considérable d'écume rosée sanguinolente dans les cas rapidement mortels. A l'autopsie, les poumons sont roses, distendus par cette mousse sanguinolente et couverts d'infarctus; les plèvres contiennent souvent du sang. Le cœur est dilaté et reste en diastole animé de contractions longtemps persistantes.

» Les autres lésions de moindre importance sont les ecchymoses péricardiques, diaphragmatiques et des capsules surrénales; enfin l'état d'anémie très prononcé des différents viscères (estomac et intestin surtout) et la turgescence des gros vaisseaux veineux.

» 3° *Accoutumance au poison.* — Il est possible de diminuer la susceptibilité des animaux à l'adrénaline et de créer une accoutumance qui permet de supporter les doses toxiques. Dans l'expérience III, l'animal qui reçut le 29 octobre un peu moins de $0^{mg},10$ d'adrénaline sous la peau par kilogramme survécut sans présenter de symptômes, et huit jours plus tard on put lui injecter $0^{mg},5$ d'adrénaline par kilogramme dans la veine sans déterminer la mort immédiate comme dans l'expérience II. Il présenta la paralysie des quatre membres, mais n'eut pas de phénomènes d'œdème aigu du poumon et ne succomba que dans la nuit.

» L'expérience V est plus concluante. Le lapin A a reçu successivement à quelques jours d'intervalle $0^{mg},10$, puis $0^{mg},20$, puis $0^{mg},30$ et même $0^{mg},40$ par kilogramme sans présenter d'autres accidents qu'une parésie passagère, alors que la dose mortelle est entre $0^{mg},10$ et $0^{mg},20$.

» 4° *Différences d'action suivant la voie d'introduction du poison.* — Si l'on injecte sous la peau et dans le péritoine les mêmes quantités qui ont déterminé les accidents que nous connaissons après injection intra-veineuse, on n'observe ni troubles nerveux, ni troubles respiratoires, même à la dose de $0^{mg},5$ par kilogramme. Toutefois l'injection intra-péritonéale est suivie d'une glycosurie des plus manifestes, même après introduction de faibles doses, $0^{mg},10$ par kilogramme. Cette glycosurie semble apparaître, d'après l'expérience VI, dans laquelle l'urine a été recueillie de 10 minutes en 10 minutes, entre 20 minutes et 30 minutes après l'injection intra-péritonéale. La durée est plus difficile à préciser : d'après l'expérience VI, il n'y aurait plus de sucre 24 heures après, mais dans ce cas l'animal était dans des conditions pathologiques; d'après l'expérience V, le lapin C n'aurait plus eu de sucre dans ses urines que le surlendemain de l'injection.

» Enfin, l'introduction de l'adrénaline sous la peau, qui n'avait pas produit de glycosurie après l'injection de $0^{mg},1$, $0^{mg},2$, a déterminé une glycosurie manifeste après l'absorption de $0^{mg},5$ par kilogramme. Ajoutons encore que, dans la région où a été faite l'injection sous-cutanée, on voit apparaître une escharre sèche.

» L'apparition de la glycosurie après l'injection sous-cutanée d'adrénaline est favorisée par l'introduction antérieure de l'adrénaline par la voie péritonéale, intervention qui a déterminé une glycosurie transitoire.

» Deux lapins reçoivent la même quantité d'adrénaline par kilogramme; chez l'un, l'injection est faite sous le péritoine; chez l'autre, elle est pratiquée sous la peau; on observe pendant 24 heures une glycosurie marquée chez le premier, rien chez le second. Au bout de 2 jours, il n'y a plus de glycosurie ni chez l'un ni chez l'autre. On injecte alors une dose plus élevée, $0^{mg},25$ par kilogramme, par exemple, chez les deux lapins et sous la peau. Le lapin qui a déjà eu de la glycosurie antérieurement présente seul du sucre dans ses urines.

» D'autres expériences en cours nous ont montré que les animaux qui ont eu cette glycosurie après l'injection intra-péritonéale répétée à doses croissantes pendant quelques jours, n'ont plus de sucre dans les urines lorsqu'on injecte plusieurs fois de suite la même quantité d'adrénaline.

» Tels sont les premiers résultats des recherches que nous poursuivons sur les propriétés de l'adrénaline. »

PHYSIOLOGIE. — *Le cœur à l'état normal et au cours de la grossesse;* par MM. **Ch. Bouchard** et **Balthazard.**

« Le procédé de Guilleminot (1) permet d'obtenir sur l'écran fluorescent un tracé exact de la projection orthogonale du cœur à l'aide des rayons X. Ce tracé est reporté à l'aide d'un papier calque sur une feuille de papier, et l'aire est évaluée en centimètres carrés à l'aide du planimètre d'Amsler.

» 49 sujets normaux ont été examinés : 13 hommes, 36 femmes dont 9 enceintes. La moyenne de la surface du cœur chez ces sujets est de $81^{cm^2},5$; le plus petit cœur a une surface de 66^{cm^2}; le plus grand, de $104^{cm^2},5$.

» Réservant les femmes enceintes, la moyenne de la surface du cœur

(1) *Comptes rendus,* 23 juin 1902.

chez l'homme est de $89^{cm^2},5$ avec des écarts de 78^{cm^2} à $104^{cm^2},5$; de 76^{cm^2} chez la femme avec des écarts de 66^{cm^2} à 96^{cm^2}.

» La petitesse du cœur chez la femme pourrait être rapportée à une influence de sexe; en réalité, elle dépend de la taille plus petite, de la complexion plus grêle, de la musculature plus faible chez la femme que chez l'homme.

» Pour le démontrer, il suffit d'envisager les rapports $\frac{S}{H}$, $\frac{S}{T}$, $\frac{S}{P}$, $\frac{S}{A_N}$ de la surface du cœur à la taille, à la surface de section du thorax ([1]), au poids et à l'albumine fixe normale. Les moyennes de ces valeurs ont été les suivantes :

	S.	$\frac{S}{H}$.	$\frac{S}{T}$.	$\frac{S}{P}$.	$\frac{S}{A_N}$.
Chez l'homme........	$89^{cm^2},5$	5,34	0,199	1,53	9,84
Chez la femme.......	76	4,92	0,213	1,48	9,49

» Comme on le voit, il est alloué pour chaque décimètre de taille une surface cardiaque moindre chez la femme que chez l'homme, $4^{cm^2},92$ au lieu de $5^{cm^2},34$. Mais les femmes examinées étaient, à taille égale, plus grêles que les hommes, et les différences disparaissent pour les rapports $\frac{S}{P}$, $\frac{S}{A}$, qui sont sensiblement égaux chez l'homme et chez la femme.

» L'examen du rapport $\frac{S}{T}$ montre qu'il est plus élevé chez la femme; c'est que chez elle le développement du thorax est relativement moindre que celui des organes abdominaux et du bassin. Une femme, comparée à un homme de même taille et de même poids, doit avoir la même surface cardiaque, bien que la surface thoracique soit plus faible et que le rapport $\frac{S}{T}$ soit plus élevé.

» Quant aux variations individuelles, elles portent également, et dans les mêmes limites relatives, sur S et sur les coefficients $\frac{S}{H}$, $\frac{S}{T}$, $\frac{S}{P}$, $\frac{S}{A_N}$; elles peuvent atteindre, pour chacune de ces valeurs, le quart de la valeur moyenne, et dans des cas exceptionnels la moitié de ces mêmes valeurs.

» La pression artérielle a été mesurée à l'aide de l'appareil de del Riva-

---

([1]) La surface de section frontale thoracique est représentée par le produit de la largeur du thorax au niveau de la pointe du cœur, mesurée sur l'écran radioscopique, par la distance de la fourchette sternale au diaphragme.

Rocci modifié, qui donne des valeurs un peu inférieures à celles que fournit le sphygmomanomètre de Potain. Cette pression a été en moyenne de $16^{cm},3$ chez l'homme comme chez la femme.

» Chez les femmes enceintes, les mêmes déterminations ont fourni les résultats suivants :

S.	$\frac{S}{H}$.	$\frac{S}{T}$.	$\frac{S}{P}$.	$\frac{S}{A_N}$.
$86^{cm^2},6$	5,50	0,225	1,45	10,00

» Ces nombres doivent être comparés à ceux qui ont été obtenus chez les femmes normales. La comparaison montre que la surface cardiaque est accrue en valeur absolue pendant la grossesse, qu'il en de même des rapports $\frac{S}{H}$ et $\frac{S}{T}$. Il n'en est plus de même du rapport $\frac{S}{P}$, qui n'a guère changé, et qui a même un peu diminué; c'est qu'en effet le poids de la femme a augmenté du poids du fœtus et de ses enveloppes, à peu près dans les mêmes proportions que la surface cardiaque, et même un peu plus vite. Par contre, l'albumine fixe correspondant au poids normal, A_N, n'a pas varié, aussi le rapport $\frac{S}{A_N}$ est-il nettement accru.

» L'examen des tracés chez les femmes enceintes montre au niveau du ventricule gauche une dépression ou encoche qui se substitue à la saillie habituellement observée; cette dépression paraît liée au relèvement de la pointe par l'abdomen distendu; elle est constante pendant la grossesse et ne se rencontre qu'exceptionnellement en dehors d'elle.

» La moyenne des pressions artérielles pendant la grossesse est de 16^{cm}, chiffre inférieur à la valeur trouvée chez les individus normaux.

» *En résumé*, chez les individus normaux, la surface de projection orthogonale du cœur est indépendante du sexe; elle s'accroît avec la taille, mais non proportionnellement. Elle dépend surtout du poids de l'albumine fixe des tissus, ou, ce qui chez les sujets normalement conformés est sensiblement la même chose, du poids du corps. Mais ces conclusions ne sont vraies que pour les valeurs extrêmes, et souffrent de nombreuses exceptions pour les valeurs rapprochées. Des sujets normaux de même taille, de même poids, peuvent présenter des surfaces cardiaques assez différentes; ce fait n'est pas indifférent au point de vue des prédispositions morbides.

» Il faut également tenir compte de la phase de croissance; chez les

enfants, le cœur est relativement beaucoup plus développé que chez les adultes. Cet organe semble avoir atteint son entier développement vers l'âge de 20 à 22 ans, tandis que le reste de l'organisme continue de s'accroître jusqu'à 30 ans.

» Chez les femmes enceintes, enfin, se manifeste une hypertrophie que l'on était en droit de suspecter, puisqu'en dehors de l'investigation clinique, jusqu'ici imparfaite, elle n'avait pu être étudiée qu'à l'autopsie; c'est seulement, par suite, dans des cas pathologiques qu'elle avait été constatée.

Hommes normaux : 13.

S.	$\frac{S}{H}$.	$\frac{S}{T}$.	$\frac{S}{P}$.	$\frac{S}{A_N}$.	P_{AM} (1).	
104,5	6,04	0,200	1,44	9,73	18	
92	6,01	0,189	2,35	13,23	15	
80,7	4,48	0,185	1,22	8,10	16	
78	5,	0,212	1,75	10,75	13	
84	5,15	0,194	1,55	10,62	16	
104	5,58	0,198	1,62	9,28	17	
80	5,63	0,300	1,84	15,22	14	Enfant 15 ans.
82	4,66	0,156	1,32	7,45	16	
82,7	5,07	0,161	1,14	8,32	18	
90,5	5,15	0,170	1,06	8,72	18	Enfant 15 ans.
93	5,43	0,221	1,55	8,10	16,5	
99	5,02	0,204	1,59	10,03	17	
93	5,41	0,195	1,50	8,46	17	
1163,4	69,43	2,585	19,93	128,01	211,5	
89,5	5,34	0,199	1,53	9,84	16,3	

» L'écart relatif entre les valeurs extrêmes de $\frac{S}{P}$ est $\frac{2,35 - 1,06}{1,53} = 0,842$,

» $\frac{S}{A}$ » $\frac{5,78}{9,84} = 0,585$

si l'on néglige la valeur 15,22 relative à un enfant de 15 ans.

» L'écart relatif sur $\frac{S}{H}$ est $\frac{6,04 - 4,48}{5,43} = 0,287$.

» Taille moyenne : 16,8.

(1) P_{AM}, pression artérielle maxima.

Femmes normales : 27.

S.	$\frac{S}{H}$.	$\frac{S}{T}$.	$\frac{S}{P}$.	$\frac{S}{A_N}$.	P_{AM}.
72	4,80	0,215	1,53	8,96	18
96	6,27	0,214	1,68	11,80	17
94	5,98	0,202	1,44	9,58	22
87	5,40	0,217	1,45	8,48	16
87	5,65	0,243	1,72	10,50	13
85,5	5,37	0,236	1,49	9,20	18,5
83	5,42	0,219	1,38	9,85	16
79	5,03	0,238	1,79	11,62	15
76	5,00	0,204	1,52	9,32	17
75	5,06	0,236	1,60	10,80	13
75	4,83	0,228	1,34	8,89	19
74,5	4,90	0,180	1,52	9,75	18
73	4,42	0,154	1,29	7,34	14
72	4,93	0,226	1,62	10,18	16
72	4,68	0,179	1,33	9,24	16
70,5	4,73	0,210	1,46	10,30	15
70,5	4,41	0,188	1,47	7,80	15
70	4,57	0,171	1,64	8,32	20
69	4,31	0,183	1,21	8,30	14
69	4,45	0,243	1,64	9,86	15
69	4,48	0,190	1,44	9,10	16
67	4,53	0,246	1,45	9,38	18,5
66	4,28	0,173	1,37	7,87	16
66	4,48	0,252	1,52	9,72	18
86	5,58	0,261	1,51	11,50	16
70	4,43	0,248	1,43	9,49	14
76	4,81	0,199	1,29	9,20	16
2050,0	132,80	5,755	40,13	256,36	442,0
76	4,92	0,213	1,48	9,49	16,3

» L'écart relatif sur $\frac{S}{P}$ donne $\frac{1,79 - 1,21}{1,48} = 0,393.$

» $\frac{S}{A}$ » $\frac{11,80 - 7,34}{9,49} = 0,472.$

» $\frac{S}{H}$ » $\frac{6,27 - 4,28}{4,92} = 0,405.$

» Taille moyenne : 15,5.

Femmes enceintes non tuberculeuses : 9.

S.	$\frac{S}{H}$.	$\frac{S}{T}$.	$\frac{S}{P}$.	$\frac{S}{A_{N}}$.	P_{AM}.	Époque de la grossesse.
83,5	5,09	0,188	1,19	8,95	16	2 mois.
83,5	5,45	0,219	1,50	9,92	16	4 mois.
92,5	5,85	0,245	1,74	10,15	18	4 mois ½.
77	5,10	0,233	1,85	9,45	15	5 mois ½.
92	5,86	0,192	1,48	10,22	16	6 mois.
97,5	6,25	0,286	1,54	11,30	15	8 mois.
81,5	4,91	0,213	1,16	10,19	16	8 mois.
95	5,78	0,243	1,32	10,04	17	à terme.
77,5	5,20	0,208	1,25	9,80	14	à terme.
780,0	49,49	2,027	13,03	90,02	143	
86,6	5,50	0,2	1,45	10,00	16	

» Taille moyenne : 15,7. »

PHYSIOLOGIE. — *Observations à propos des injections physiologiques;* par M. Yves Delage.

« Heidenhain, en 1874, a eu le premier l'idée d'injecter dans l'organisme des substances colorantes et d'observer le lieu où elles sont éliminées pour localiser avec plus de précision la fonction excrétrice. Cette idée a été reprise, quelques années plus tard, par Kovalevsky qui l'a appliquée à beaucoup d'Invertébrés, et, dans tous les pays, un grand nombre de travailleurs, imitant son exemple, ont soumis à ce genre d'expériences la plupart des types du règne animal.

» Le procédé consiste à injecter des substances colorantes, généralement le carminate d'ammoniaque et le carmin d'indigo : là où ces substances se localisent, on déclare qu'il y a excrétion ; là où elles n'apparaissent pas, on affirme que la fonction excrétrice fait défaut.

» Il y a là, à mon sens, un vice de raisonnement qui n'attire pas l'attention parce que, dans la plupart des Mémoires, l'induction fautive reste implicite, n'est pas formulée, mais qui apparaît nettement dès que l'on va au fond des choses.

» Le carminate d'ammoniaque, le carmin d'indigo et les autres sub-

stances usitées pour ces expériences ne sont pas des produits de l'excrétion normale. De ce que l'on a constaté chez bon nombre d'animaux que les unes ou les autres sont éliminées par des organes de l'excrétion normale, on n'a pas le droit de conclure qu'il en sera partout de même. Le fait que divers organes excrètent soit le carminate d'ammoniaque, soit le carmin d'indigo à l'exclusion l'un de l'autre, montre que tel parenchyme qui excrète une substance est sans action sur une autre. Dès lors, de quel droit admet-on *a priori* que telles cellules, parce qu'elles éliminent telles substances étrangères à l'organisme, artificiellement introduites, élimineront aussi des produits normaux très différents des précédents; et, inversement, que, parce qu'elles n'éliminent pas les premières, elles seront sans action sur les derniers?

» On est arrivé à un tel abus que l'on considère aujourd'hui, sans autre vérification, comme organes excréteurs des parenchymes dépourvus de canal excréteur et ne faisant pas partie d'une surface libre, qui *fixent* simplement les matières colorantes injectées, sans les éliminer, en les comparant à un *rein d'accumulation*. Or toute la pratique des colorations vitales, pour ne rien dire des colorations histologiques sur tissus morts, prouve que l'affinité des divers protoplasmes et substances de l'organisme pour les diverses matières colorantes est surtout spécifique, que tel protoplasme qui fixe telle matière colorante ne fixe pas telle autre : dès lors, de quel droit conclure de ce qu'il fixe la première qu'il fixera aussi des substances excrémentitielles d'une nature toute différente? A ce compte, il faudrait dire que le système nerveux est excréteur parce qu'il fixe le bleu de méthylène!

» Ces réflexions m'ont paru utiles, non pour condamner la méthode précieuse des injections physiologiques, mais pour attirer l'attention sur l'abus que l'on commet en donnant, sans vérification, à ses résultats une extension qu'ils ne comportent pas. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'intégrale de Laplace-Abel.* Note de M. G. Mittag-Leffler.

« Soit

$$\mathrm{FC}(x) = c_0 + c_1 x + c_2 x^2 + \ldots$$

une série de puissances admettant le cercle de convergence C. La série

$$\overline{\mathrm{F}}(x) = c_0 + \frac{c_1}{\lfloor 1} x + \frac{c_2}{\lfloor 2} x^2 + \ldots$$

est alors toujours convergente et l'égalité

$$\mathrm{F\,B}(x) = \int_0^\infty e^{-\omega}\,\overline{\mathrm{F}}(\omega x)\,d\omega$$

a lieu partout dans l'intérieur d'une certaine étoile B qui a été déterminée par M. Borel. M. Phragmén a montré que cette étoile est en même temps une étoile de convergence pour l'intégrale de Laplace-Abel

$$\int_0^\infty e^{-\omega}\,\overline{\mathrm{F}}(\omega x)\,d\omega.$$

» Dans un Mémoire que je viens de publier [*Sur la représentation analytique d'une branche uniforme d'une fonction monogène*. Quatrième Note (*Acta math.*, t. XXVI)] j'ai montré qu'en s'aidant d'un paramètre positif α remplissant la condition $0 < \alpha \leqq 1$, on peut remplacer la fonction entière $\overline{\mathrm{F}}(\omega x)$ par une autre fonction entière plus générale $\overline{\mathrm{F}}(x, \omega, \alpha)$ telle que $\overline{\mathrm{F}}(x, \omega, 1) = \overline{\mathrm{F}}(\omega x)$, et qu'on obtient en même temps

$$\mathrm{FA}(x) = \lim_{\alpha=0} \int_0^\infty e^{-\omega}\,\overline{\mathrm{F}}(x, \omega, \alpha)\,d\omega.$$

Cette égalité a lieu partout à l'intérieur de l'étoile A, qui est encore une étoile de convergence pour l'intégrale de Laplace-Abel modifiée

$$\lim_{\alpha=0} \int_0^\infty e^{-\omega}\,\overline{\mathrm{F}}(x, \omega, \alpha)\,d\omega.$$

» Au moment de terminer mon travail, j'ai eu connaissance d'un beau résultat de M. Le Roy [*Sur les séries divergentes et les fonctions définies par un développemement de Taylor* (*Annales de la Faculté des Sciences de Toulouse*, t. II, année 1900, p. 322-328)], à savoir que l'égalité

$$\mathrm{FA}(x) = \lim_{t=1} \sum_0^\infty \frac{\Gamma(nt+1)}{\Gamma(n+1)}\,c_n x^n \qquad (t \text{ positif, réel, plus petit que } 1)$$

a lieu partout à l'intérieur de l'étoile principale A. En s'aidant de cette expression, on peut modifier (d'une autre manière que celle que j'ai employée dans ma Note 4) l'intégrale de Laplace-Abel, de manière à représenter la totalité de la branche fonctionnelle $\mathrm{FA}(x)$. On obtient en réalité

$$\mathrm{FA}(x) = \lim_{t=1} \int_0^\infty e^{-\omega}\,\overline{\mathrm{F}}(\omega^t x)\,d\omega,$$

égalité valable partout à l'intérieur de A.

» L'étoile A est-elle encore une étoile de convergence pour les deux expressions

$$\lim_{t=1} \sum_0^\infty \frac{\Gamma(nt+1)}{\Gamma(n+1)} c_n x^n \qquad \text{et} \qquad \lim_{t=1} \int_0^\infty e^{-\omega} \overline{F}(\omega^t x)\, d\omega\,?$$

Cette question me paraît être d'un grand intérêt. Je termine en remarquant que les expressions que je viens d'écrire sont évidemment, toutes les deux, des expressions limites triples. »

MÉCANIQUE. — *Sur les conditions nécessaires pour la stabilité de l'équilibre d'un système visqueux.* Note de M. **P. Duhem**.

« Un système matériel admet une *énergie utilisable* Λ toutes les fois que des modifications réelles du système vérifient l'égalité

$$d\mathfrak{T}_e + d\mathfrak{T}_v = d\Lambda + d\Theta,$$

où Θ est la force vive, $d\mathfrak{T}_e$ le travail externe, $d\mathfrak{T}_v$ le travail des actions de viscosité. Cette énergie utilisable n'existe identiquement qu'en certains systèmes particuliers que nous avons nommés systèmes *isothermo-adiabatiques;* mais elle peut exister en vertu des relations supplémentaires imposées au système; cela a lieu, notamment, si tous les mouvements du système sont *isothermiques* (Λ est alors identique au *potentiel interne*) ou *isentropiques* (Λ est alors le produit de l'*énergie interne* par l'équivalent mécanique de la chaleur).

» Supposons qu'il existe une énergie utilisable Λ et que les actions extérieures admettent un potentiel P; posons $P + \Lambda = \Omega$. La démonstration classique de Lejeune-Dirichlet nous enseigne que, *dans un état où Ω a une valeur minimum, le système est assurément en équilibre stable.*

» Dans un état où la variation première de Ω est nulle sans que Ω soit minimum, l'équilibre du système est-il instable?

» Par un choix convenable des variables $\xi_1, \xi_2, \ldots, \xi_n$ qui définissent l'état du système, on peut toujours faire :

» 1° Que l'état d'équilibre corresponde à $\xi_1 = 0, \ldots, \xi_n = 0$;

» 2° Qu'en cet état $\Omega = 0$;

» 3° Que l'on ait

$$\Theta = \xi_1'^2 + \xi_2'^2 + \ldots + \xi_n'^2 + \text{etc.}, \qquad \Omega = S_1\xi_1^2 + S_2\xi_2^2 + \ldots + S_n\xi_n^2 + \text{etc.},$$

les *etc.* désignant des infiniment petits du troisième ordre lorsque l'état du système est voisin de l'état d'équilibre.

» M. Liapounoff [1], en 1892, et M. Hadamard [2], en 1897, ont prouvé que, si l'un au moins des coefficients $S_1, \ldots, S_n$ était négatif, le système était en équilibre instable; mais leur démonstration suppose l'absence de viscosité. Or, on peut se demander si la résistance au mouvement opposée par la viscosité ne pourrait pas rendre stables certains états d'équilibre qui seraient instables en l'absence de viscosité.

» Lorsque le système est affecté de viscosité, nous n'avons pu démontrer dans toute sa généralité le théorème, qui serait analogue à la proposition de M. Liapounoff et de M. Hadamard; nous avons pu seulement établir le théorème suivant :

» *Si l'un au moins des coefficients* $S_1, \ldots, S_n$ *est négatif, et si aucun d'eux n'est positif, l'équilibre est instable.*

» Avec Sir Stokes et lord Rayleigh, nous admettons l'existence d'une fonction dissipative

$$\begin{aligned} F = \; & (v_{11}\xi'_1 + v_{12}\xi'_2 + \ldots + v_{1n}\xi'_n)\xi'_1 \\ & + \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ & + (v_{n1}\xi'_1 + v_{n2}\xi'_2 + \ldots + v_{nn}\xi'_n)\xi'_n + \text{etc.}, \end{aligned}$$

avec

$$v_{pq} = v_{qp}.$$

» Les équations du mouvement sont alors du type

$$2\xi''_p + 2S_p\xi_p + v_{p1}\xi'_1 + v_{p2}\xi'_2 + \ldots + v_{pn}\xi'_n + \text{etc.} = 0.$$

Dans cette égalité, comme dans celles qui vont suivre, *etc.* désigne un terme qui, au voisinage de l'état d'équilibre, est infiniment petit par rapport aux termes explicitement écrits.

» Formons l'expression

$$V = \Sigma(\xi'^2_p - S_p\xi^2_p), \tag{1}$$

où le signe Σ s'étend de $p = 1$ à $p = n$.

» Nous aurons

$$\frac{dV}{dt} = 2\Sigma(\xi_p\xi''_p - S_p\xi_p\xi'_p) = -4\Sigma S_p\xi_p\xi'_p - \Sigma(v_{p1}\xi'_1 + \ldots + v_{pn}\xi'_n)\xi'_p + \text{etc.},$$

---

(1) Liapounoff, *Journal de Mathématiques*, 5e série, t. III, 1897, p. 8.

(2) Hadamard, *Journal de Mathématiques*, 5e série, t. III, 1897, p. 331.

ou bien

$$(2) \qquad \frac{dV}{dt} = -4\Sigma S_p \xi_p \xi'_p - F + \text{etc.}$$

Nous aurons ensuite

$$\begin{aligned}\frac{d^2V}{dt^2} &= -4\Sigma S_p \xi'^2_p - 4\Sigma S_p \xi_p \xi''_p - \frac{dF}{dt} + \text{etc.} \\ &= -4\Sigma S_p \xi'^2_p - \Sigma[4S_p\xi_p + 2(v_{p1}\xi'_1 + \ldots + v_{pn}\xi'_n)]\xi''_p + \text{etc.},\end{aligned}$$

ou bien

$$(3) \qquad \frac{d^2V}{dt^2} = -4\Sigma S_p \xi'^2_p - \Sigma(2S_p\xi_p + v_{p1}\xi'_1 + \ldots + v_{pn}\xi'_n)^2 + \text{etc.}$$

» Aux valeurs absolues des ξ, ξ', on peut assigner des limites supérieures λ, λ' telles que $\frac{d^2V}{dt^2}$ ait le signe des termes explicitement écrits en l'égalité (3), c'est-à-dire le signe +.

» D'autre part, on peut prendre les valeurs initiales des ξ, ξ' assez voisines de O pour que le signe initial de $\frac{dV}{dt}$ soit le signe des termes explicitement écrits en l'égalité (2); on peut en outre prendre les valeurs initiales des rapports $\frac{\xi'}{\xi}$ assez voisines de O pour que F soit négligeable par rapport à $\Sigma S_p \xi_p \xi'_p$. Le signe initial de $\frac{dV}{dt}$ sera alors le signe +. Quant à V, sa définition (1) le montre essentiellement positif.

» Dès lors, l'une au moins des valeurs absolues des ξ, ξ' surpassera celle des limites λ, λ' qui lui correspond.

» En effet, si la valeur absolue d'aucune des quantités ξ, ξ' ne surpassait sa limite, on pourrait assigner à la quantité essentiellement positive V une limite supérieure; mais, d'autre part, on aurait sans cesse $\frac{d^2V}{dt^2} > 0$ et, comme la valeur initiale de $\frac{dV}{dt}$ est positive, V croîtrait au delà de toute limite avec le temps t; on aboutirait donc à une contradiction.

» Le théorème énoncé est donc démontré. On remarquera que la démonstration ne fait aucun usage du signe de la fonction dissipative, que l'on sait être une forme définie positive. »

BALISTIQUE. — *Tracé des courbes de pressions*. Note de M. **E. Vallier**.

« Je donne aujourd'hui les éléments nécessaires au tracé de la courbe des pressions.

» En fonction des temps, la courbe pour $\beta > 1$ est tangente à l'origine à l'axe des temps, passe par un maximum pour $z = 1$, et s'abaisse ensuite vers l'axe des temps. Elle présente deux points d'inflexion pour les valeurs de

$$z = 1 \pm \sqrt{\frac{1}{\beta}}.$$

» Le calcul des ordonnées se fait immédiatement par la formule

$$P = P_1 P(z) = P_1 \varphi^\beta(z),$$

et celui des inclinaisons par

$$\tang\theta = \beta \frac{1-z}{z} \frac{P_1}{\theta} P(z).$$

» Les tracés en fonction des espaces sont d'un calcul un peu plus compliqué, mais d'une exécution tout aussi facile.

» Il suffit d'indiquer que la courbe, tangente à l'origine à l'axe des pressions, passe par son maximum en un point donné par

$$u_1 = U\Phi_1(\alpha),$$

et par un point d'inflexion où l'on a

$$u_2 = \frac{u(2)}{u(1)} u_1 = U\Phi_2(\alpha),$$

$$\tang\theta_2 = \frac{\beta P_1}{U\Phi_2(\alpha)} \times \frac{\beta(z_2 - 1)^2 - 1}{z_2^2},$$

z_2 étant donné par l'équation

$$[\beta(z_2 - 1)^2 - 1] V(z_2) + z_2(z_2 - 1) P(z_2) = 0$$

et

$$P_3 = P_1 P(z_2).$$

Enfin, à la bouche de la pièce, on aura

$$P_3 = P_1 P(\alpha)$$

et

$$\operatorname{tang}\theta_3 = \frac{\beta P_1}{U} \times \frac{1-z}{z}\,\frac{P(\alpha)}{\theta(\alpha)}.$$

» Ces relations seront utilisées lorsque α et β auront été déterminés séparément, et en se reportant aux Tables des fonctions construites avec l'argument β.

» Lorsque l'on admettra la relation probable entre les deux caractéristiques

$$(\alpha - 1)\beta = 2,$$

on fera usage du Tableau ci-dessous dans lequel on suppose les échelles des pressions et des espaces choisies de telle sorte que les unités respectives P_1 et U soient représentées par la même longueur.

» S'il n'en était pas ainsi, les valeurs numériques indiquées pour les tangentes seraient à multiplier par le rapport métrique des unités $\frac{P_1}{U}$.

	Sommet.			Inflexion.			Bouche.		
α.	P_1.	Φ_1.	tangθ_1.	P_2.	Φ_2.	tangθ_2.	P_3.	Φ_3.	tangθ_3.
1,3	1	0,200	0	0,798	−0,545	−0,82	0,454	1	−0,60
1,4	1	0,165	0	0,803	0,452	0,92	0,380	1	0,57
1,5	1	0,134	0	0,808	0,375	1,03	0,308	1	0,53
1,6	1	0,113	0	0,818	0,325	1,14	0,257	1	0,49
1,7	1	0,097	0	0,827	0,279	1,25	0,229	1	0,45
1,8	1	0,084	0	0,835	0,245	1,36	0,189	1	0,40
1,9	1	0,075	0	0,842	0,218	1,47	0,163	1	0,36
2,0	1	0,067	0	0,850	0,196	1,58	0,140	1	0,33
2,1	1	0,061	0	0,856	0,174	1,69	0,123	1	0,32
2,2	1	0,055	0	0,862	0,158	1,81	0,109	1	0,30
2,3	1	0,050	0	0,867	0,145	1,93	0,097	1	0,28
2,4	1	0,045	0	0,871	0,135	2,25	0,086	1	0,27
2,5	1	0,041	0	0,874	0,128	2,18	0,076	1	0,25
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
3,0	1	0,026	0	0,880	0,081	2,74	0,044	1	0,14

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la formation d'une liste de deux candidats qui doit être présentée à M. le Ministre de l'Instruction publique pour la place laissée vacante au Bureau des Longitudes par le décès de M. *Cornu*.

Au premier tour de scrutin, destiné à la désignation du premier candidat,

M. Darboux obtient. . . . . 52 suffrages
M. Hatt » . . . . 4 »
M. Maurice Levy » . . . . 1 »

Il y a 2 bulletins blancs.

Au second tour de scrutin, destiné à la désignation du second candidat,

M. Hatt obtient. . . . . 52 suffrages
M. Appell » . . . . 1 »

Il y a 6 bulletins blancs.

En conséquence, la liste présentée par l'Académie à M. le Ministre de l'Instruction publique comprendra :

En première ligne . . . . M. Darboux.
En seconde ligne . . . . M. Hatt.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Membre de la Section d'Astronomie, pour remplir la place laissée vacante par le décès de M. *Faye*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 59,

M. Deslandres obtient . . . . 32 suffrages
M. Bigourdan » . . . . 25 »
M. Andoyer » . . . . 1 »
M. Puiseux » . . . . 1 »

M. **Deslandres**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. J. **Balondrade** adresse une Note relative à des « Bombes et fusées paragrêles ».

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. J. **Valeton** adresse une Note sur « la Locomotion aérienne par les aéroplanes ».

(Renvoi à la Commission de l'Aéronautique.)

M. **Boucaud** adresse une Note relative à l'Aérostation.

(Renvoi à la Commission de l'Aéronautique.)

M. **Henri Villard** soumet au jugement de l'Académie les résultats d'expériences qu'il a effectuées avec de grandes hélices à très petit pas.

(Commissaires : MM. Maurice Lévy, de Bussy.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, une brochure de M. *Icilio Guareschi*, ayant pour titre : « Faustino Malaguti e le sue opere ».

M. **Lœwy** fait hommage à l'Académie, au nom de M. *Hepites*, Directeur de l'Institut météorologique de Bucarest, d'un Essai historique sur les travaux astronomiques exécutés en Roumanie jusqu'à la fin du XIXe siècle, et fournit quelques renseignements sur le contenu de cette intéressante Notice. Elle fait connaître que les premières observations

astronomiques ont été faites avant 1716 par Christantie Novara, un élève de Cassini, à qui l'on doit les positions géographiques de Bucarest et de Targovistea. M. Hepites y rend compte de toutes les études astronomiques et géodésiques accomplies dans son pays depuis cette époque lointaine, et il signale que c'est également un astronome, ancien élève de l'Observatoire de Paris, le colonel Capitaneanu, qui, le premier, a introduit en Roumanie les méthodes de haute exactitude de l'Astronomie moderne. Il a joint, à cette esquisse historique très instructive, une biographie de cet éminent officier auquel ce pays est redevable de la plus belle partie de sa triangulation.

En terminant, M. Hepites fait ressortir avec raison certains travaux de théorie pure, effectués en Roumanie dans ces derniers temps par deux savants de grande valeur sortis de nos hautes Écoles, Gogou et Haretu, qui ont traité quelques-uns des problèmes les plus intéressants de la Mécanique céleste.

Ce tableau de l'activité astronomique en Roumanie met en lumière d'une manière incontestable que ce pays est, à l'époque actuelle, le théâtre d'un remarquable essor scientifique.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur quelques conséquences de certains développements en séries analogues aux développements trigonométriques.* Note de M. **W. Stekloff**, présentée par M. Picard.

« 1. Nous allons indiquer, dans cette Note, les applications nouvelles du théorème général énoncé dans ma Note précédente.

» Désignons par V_n $(n = 1, 2, 3, \ldots)$ les fonctions, assujetties aux conditions

$$V_n + k_n V_n = 0, \qquad V_n(a) = 0, \qquad V_n(b) = 0.$$

On a évidemment

$$(1) \qquad k_n = \frac{\pi^2 n^2}{(b-a)^2}, \qquad V_n = \sqrt{\frac{2}{b-a}} \sin \frac{n\pi(x-a)}{b-a}.$$

» Soit f une fonction continue avec sa dérivée du premier ordre dans l'intervalle (a, b) et s'annulant pour les limites de cet intervalle. Posons

$$(2) \qquad f = A_1 V_1 + A_2 V_2 + \ldots + A_n V_n + R_n, \qquad A_k = \int_a^b f V_k \, dx.$$

On trouve, en tenant compte du théorème de ma Note précédente,

$$\int_a^b f^2\,dx = \sum_{k=1}^{n} A_k^2 + T_n,$$

$$(3)\qquad T_n = \int_a^b R_n^2\,dx < \frac{\int_a^b R_n'^2\,dx}{k_{n+1}} = \frac{T_n'}{k_{n+1}} < \frac{\int_a^b f'^2\,dx}{k_{n+1}} < \frac{(b-a)M_1^2}{k_{n+1}};$$

M_1 désignant le maximum de module $f'(x)$ dans l'intervalle (a, b).

» L'égalité (2) montre que R_n est une fonction de x, continue avec sa dérivée à l'intérieur de l'intervalle (a, b) et s'annulant pour les limites de cet intervalle. On a donc

$$R_n^2(x) = 2\int_a^x R_n R_n'\,dx,$$

d'où, en vertu de (1) et de (3),

$$R_n^2(x) < 2\sqrt{T_n T_n'} < \frac{2(b-a)^2 M_1^2}{\pi(n+1)}.$$

» On obtient donc le théorème suivant :

» Théorème. — *Toute fonction f, continue, admettant la dérivée du premier ordre dans l'intervalle donné (a, b) et s'annulant pour les limites de cet intervalle, se développe en série uniformément convergente de la forme suivante :*

$$\frac{b-a}{2} f = \sum_{k=1}^{\infty} \sin\frac{n\pi(x-a)}{b-a} \int_a^b f \sin\frac{n\pi(x-a)}{b-a}\,ax.$$

» *La valeur absolue du reste de cette série ne surpasse pas la quantité*

$$\frac{(b-a)\sqrt{2}}{\sqrt{\pi}}\,\frac{M_1}{\sqrt{n+1}},$$

M_1 *désignant le maximum du module de $f'(x)$ dans l'intervalle donné.*

» Ce théorème n'est qu'un cas particulier d'un théorème plus général qui s'énonce comme il suit :

» Théorème. — *Toute fonction f, satisfaisant aux conditions du théorème précédent, se développe en série uniformément convergente de la forme suivante :*

$$(4)\qquad f = \sum_{k=1}^{\infty} A_k V_k, \qquad A_k = \int p f V_k\,dx,$$

où V_k *sont les fonctions définies par les conditions*

$$V''_n + k_n p V_n = 0, \qquad V_n(a) = 0, \qquad V_n(b) = 0,$$

p étant une fonction positive ne s'annulant pas dans l'intervalle (a, b).

» *La valeur absolue du reste de la série (4) ne surpasse pas le nombre*

$$\frac{\sqrt{2(b-a)}M_1}{\sqrt{p_0}\sqrt[4]{k_{n+1}}},$$

p_0 étant le minimum de p.

» 2. Supposons que f admette les dérivées de deux premiers ordres dans l'intervalle (a, b). On trouve

$$T'_n = -\int_a^b R_n R_n \, dx,$$

c'est-à-dire

$$T'_n < \frac{T''_n}{k_{n+1}}, \qquad T''_n = \int_a^b (R''_n)^2 \, dx < (b-a) M_2^2,$$

M_2 désignant le maximum de $f''(x)$ dans l'intervalle donné.

» On a donc, par exemple dans le cas $p(x) = 1$,

$$|R_n(x)| < \sqrt{2\pi}\left(\frac{b-a}{\pi}\right)^2 \frac{M_2}{(n+1)^{\frac{3}{2}}}.$$

» 3. Supposons enfin que $f(x)$ admette les dérivées de $2k+2$ premiers ordres et que les dérivées de $2k$ premiers ordres s'annulent pour $x = a$, $x = b$. Désignons par M_k le maximum de $|f^{(k)}(x)|$, par $T_n^{(k)}$ l'intégrale

$$\int_a^b [R_n^{(k)}]^2 \, dx.$$

» L'application successive des raisonnements précédents nous conduit aux inégalités suivantes :

$$T_n < \frac{T_n^{(2k+2)}}{k_{n+1}^{2k+2}}, \qquad T'_n < \frac{T_n^{(2k+2)}}{k_{n+1}^{2k+1}}, \qquad T_n^{(2k+2)} < (b-a) M_{2k+2}^{(2)},$$

$$|R_n(x)| < \sqrt{2\pi}\left(\frac{b-a}{\pi}\right)^{2k+2} \frac{M_{2k+2}}{(n+1)^{2k+\frac{3}{2}}}.$$

» Les considérations que nous venons de développer peuvent nous conduire à une méthode particulière pour résoudre divers problèmes inté-

ressants, mais je ne puis ici que les indiquer sommairement. Voici l'énoncé des problèmes dont il s'agit.

» Supposant que les fonctions en question admettent les dérivées de divers ordres :

» 1° *Calculer les coefficients de la série de Fourier avec l'approximation donnée à l'avance.*

» 2° *Calculer la valeur de l'intégrale* $\int_a^b \varphi\psi\, dx$ *avec une approximation donnée.*

» 3° *Les valeurs des intégrales*

$$\int_0^\pi f \sin kx\, dx \qquad (k = 1, 2, \ldots, n)$$

étant données, trouver la valeur de l'intégrale $\int_\alpha^\beta f\, dx$, α, β *étant deux nombres quelconques compris entre* 0 *et* π, *avec l'approximation donnée à l'avance.*

» 4° *Trouver un polynome* $P_n(x)$ *tel que l'écart de la fonction donnée* f *de ce polynome soit plus petit qu'un nombre donné à l'avance* ε *pour toutes les valeurs de* x *comprises dans l'intervalle donné.* »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les congruences à plusieurs inconnues relativement à un nombre premier impair.* Note de M. **R. Levavasseur**, présentée par M. Painlevé.

« J'envisage la congruence $f(x_1, x_2, \ldots, x_m) \equiv 0 \pmod{p}$, p étant un nombre premier impair, f étant une fonction entière et rationnelle de x_1, x_2, ..., x_m, à coefficients entiers, pris suivant le module p. Je me suis proposé de trouver le produit

$$\prod f(x_1, x_2, \ldots, x_m),$$

le produit s'étendant à *toutes* les congruences dont le degré ne dépasse pas un nombre donné r. J'ai commencé par résoudre le problème dans le cas où $r = 1$.

» Je trouve comme résultat la congruence que voici :

$$\begin{vmatrix} x_1^{p^m} - x_1^{p^{m-1}} & x_2^{p^m} - x_2^{p^{m-1}} & \cdots & x_m^{p^m} - x_m^{p^{m-1}} \\ x_1^{p^{m-1}} - x_1^{p^{m-2}} & x_2^{p^{m-1}} - x_2^{p^{m-2}} & \cdots & x_m^{p^{m-1}} - x_m^{p^{m-2}} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ x_1^p - x_1 & x_2^p - x_2 & \cdots & x_m^p - x_m \end{vmatrix} \equiv 0 \qquad (\bmod p).$$

» On en déduit la solution du cas général. Expliquons-le sur un exemple simple.

» Soit à résoudre le problème dans le cas de deux inconnues x, y, pour $r = 2$.

» On fera, dans le déterminant qui précède, $m = 5$, $x_1 = x^2$, $x_2 = xy$, $x_3 = y^2$, $x_4 = x$, $x_5 = y$.

» On trouve

$$\begin{vmatrix} x^{2p^5} - x^{2p^4} & x^{p^5}y^{p^5} - x^{p^4}y^{p^4} & y^{2p^5} - y^{2p^4} & x^{p^5} - x^{p^4} & y^{p^5} - y^{p^4} \\ x^{2p^4} - x^{2p^3} & x^{p^4}y^{p^4} - x^{p^3}y^{p^3} & y^{2p^4} - y^{2p^3} & x^{p^4} - x^{p^3} & y^{p^4} - y^{p^3} \\ x^{2p^3} - x^{2p^2} & x^{p^3}y^{p^3} - x^{p^2}y^{p^2} & y^{2p^3} - y^{2p^2} & x^{p^3} - x^{p^2} & y^{p^3} - y^{p^2} \\ x^{2p^2} - x^{2p} & x^{p^2}y^{p^2} - x^{p}y^{p} & y^{2p^2} - y^{2p} & x^{p^2} - x^{p} & y^{p^2} - y^{p} \\ x^{2p} - x^2 & x^p y^p - xy & y^{2p} - y^2 & x^p - x & y^p - y \end{vmatrix} \equiv 0 \qquad (\bmod p).$$

» On peut ensuite se proposer de trouver le produit des congruences irréductibles d'ordre r. Soit $P_r \equiv 0 \pmod p$ la congruence obtenue en faisant le produit de toutes les congruences dont le degré ne dépasse pas r. On fera d'abord le quotient de P_r par $P_{r-1} \pmod p$ et l'on n'aura plus qu'à chercher l'ensemble des facteurs simples du quotient obtenu par les méthodes connues.

» Ainsi, en divisant le premier membre de la congruence précédente par

$$\begin{vmatrix} x^{p^2} - x^p & y^{p^2} - y^p \\ x^p - x & y^p - y \end{vmatrix}^{p^2+p+2},$$

on aura le produit des congruences irréductibles de degré 2 en x, y. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la généralisation des fractions continues.* Note de M. Auric, présentée par M. Jordan.

« Considérons $k + 1$ quantités réelles ou complexes

$$a_0, \quad a_1, \quad a_2, \quad a_3, \quad \ldots, \quad a_{k-1}, \quad a_k,$$

que nous supposons rangées par ordre décroissant des modules.

» Posons

$$a_0 = \lambda_k a_k + (-1)^k a_{k+1},$$

λ_k étant l'entier le plus rapproché du quotient $\frac{a_0}{a_k}$.

» On aura $\left|\frac{a_{k+1}}{a_k}\right| < \frac{1}{2}$ si les nombres considérés sont réels et $< \frac{\sqrt{2}}{2}$ s'ils sont complexes.

» On posera également

$$a_1 = \lambda_{k+1} a_{k+1} + (-1)^k a_{k+2},$$

puis

$$a_2 = \lambda_{h+2} a_{k+2} + (-1)^k a_{k+3},$$

et ainsi de suite.

» Il est clair que les quantités $a_{k+1}, a_{k+2}, a_{k+3}, \ldots$ diminuent indéfiniment en valeur absolue et ont pour limite zéro, limite qui est effectivement atteinte lorsque les quantités considérées sont réductibles dans le domaine des nombres entiers.

» On établit aisément la relation

$$a_i = Q_n^i a_n + Q_{n+1}^i a_{n+1} + \ldots + Q_{n+k-1}^i a_{n+k-1} + (-1)^{(k} Q_{n-1}^i a_{n+k}$$

avec les formules récurrenes

$$Q_n^i = \lambda_{i+k} Q_n^{i+k} + (-1)^k Q_n^{i+k+1},$$
$$Q_{n+k}^i = \lambda_{n+k} Q_n^i + (-1)^k Q_{n-1}^i.$$

» On peut établir que, lorsque i étant fixe et n augmentant au delà de toute limite, les expressions

$$a_n Q_n^i$$

et

$$a_{n-1}, \quad a_{n-2}, \quad \ldots, \quad a_{n-k} Q_i^n$$

restent finies et comprises entre deux limites fixes $|Ka_i|$ et $|K' a_i|$, en valeur absolue.

» Il en résulte que le vecteur $Q_0^n, Q_1^n, Q_2^n, \ldots, Q_k^n$ a une limite bien déterminée et que ce vecteur limite est normal au vecteur

$$a_0, \quad a_1, \quad a_2, \quad \ldots, \quad a_k.$$

» Le théorème de Lagrange a pour corrélatif le suivant :

» *Considérons k formes quadratiques des k + 1 variables* $a_0, a_1, a_2, \ldots, a_k$;

au moyen des substitutions étudiées ci-dessus ces formes peuvent s'exprimer en fonction des variables a_n, a_{n+1}, a_{n+2}, ..., a_{n+k}.

» Le théorème fondamental consiste en ce que les coefficients de ces formes successives restent tous inférieurs en valeur absolue à des nombres fixes, de sorte qu'au bout d'un certain nombre d'opérations on retombe sur les formes dont on est parti ou sur des formes déjà envisagées; en d'autres termes, la suite des λ est périodique simple ou mixte suivant le cas.

» La méthode décrite permet donc de se rendre compte si un vecteur quelconque donné a_0, a_1, a_2, ..., a_k est une solution d'un système de formes quadratiques de $k+1$ variables à coefficients entiers.

» Elle permet, en outre, de généraliser la notion d'équivalence de Dedekind, ainsi que les recherches de Dirichlet. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les transcendantes uniformes, définies par des équations différentielles du second ordre.* Note de M. **R. Liouville**, présentée par M. Jordan.

« J'ai quelques mots à répondre aux nouvelles observations de M. Painlevé : Je n'aurais, paraît-il, que le *choix* entre une erreur et un *truisme*.

» L'erreur qui m'a été reprochée n'est pas de moi et ma Note citée ne laisse ni doute possible, ni choix à faire.

» Quant à la proposition que M. Painlevé semble aujourd'hui regarder comme un truisme, c'est celle qu'il énonçait, dans sa Note du 8 septembre, comme étant la seule, en réalité, démontrée par mon analyse. L'énoncé qu'il en a donné, en croyant me rectifier, ne diffère en aucun point essentiel de celui que j'avais indiqué moi-même.

» Pour l'établir comme je l'ai fait, on ne rencontre aucune difficulté. S'ensuit-il que ce soit un truisme? Il importe peu que mon raisonnement puisse être étendu à toutes les équations différentielles du second ordre, car il n'y a en ceci aucune absurdité, lorsqu'on ne modifie pas mon énoncé, et ma première Note a d'ailleurs mentionné que je n'avançais rien encore de spécial aux équations à points critiques fixes.

» L'analyse très brève que j'ai présentée introduit les véritables éléments de la question que j'avais en vue, et l'on n'arriverait guère, en cherchant à lui substituer une prétendue évidence, qu'à sous-entendre des restrictions importantes.

» L'appréciation de M. Painlevé sur tous ces points se ressent, je le crains, de l'erreur qu'il m'attribuait d'abord.

» Au lieu du couple d'intégrales de l'équation différentielle dont il s'agit, je considère trois solutions d'un système d'équations aux dérivées partielles. Ces solutions, dont la connaissance permettrait d'intégrer l'équation proposée, n'en sont nullement des intégrales, bien qu'elles jouent un rôle analogue.

» En disant que la question ainsi posée se trouve résolue par sa Note du 27 octobre, voici en définitive le théorème que M. Painlevé donne indirectement comme démontré :

» Soient

$$x_3 = \frac{dx_2}{dx_1}, \qquad x_4 = \frac{d^2 x_2}{dx_1^2}, \qquad x_5 = \frac{d^2 x_3}{dx_1^2},$$

de sorte que x_4, x_5 sont des fonctions de x_1, x_2, x_3, données en vertu de l'équation différentielle qu'il s'agit d'étudier.

» Si l'on désigne par h, h', h'' les indices 1, 2, 3 placés dans un ordre quelconque et que l'on pose

$$p_{i.k}^{(h)} = -\| z_1^{(i.k)} \; z_2^{(h')} \; z_3^{(h'')} \| \qquad (i, k = 1, 2, 3),$$

en représentant par z_1, z_2, z_3 trois fonctions inconnues de x_1, x_2, x_3; par $z_1^{(h')}$, $z_1^{(i.k)}$, ... leurs dérivées partielles des deux premiers ordres, les équations

$$\sum_{(i.k)} (x_3 p_{i.k}^{(1)} - x_2 p_{i.k}^{(2)}) x_{i+1} x_{k+1} + x_4 = 0,$$

$$\sum_{(i.k)} (x_4 p_{i.k}^{(2)} - x_3 p_{i.k}^{(3)}) x_{i+1} x_{k+1} + x_5 = 0,$$

$$\| z_i^{(h)} \| = 1$$

définissent les z et, comme conséquence, les $p_{i.k}^{(h)}$.

» Quand l'équation différentielle proposée est irréductible, au sens adopté par M. Painlevé, c'est-à-dire quand il n'existe, entre deux intégrales distinctes et leurs dérivées partielles d'ordre fini, aucune relation algébrique différente de celle qui se déduit de la connaissance du dernier multiplicateur, il arriverait toujours que, parmi les fonctions $p_{i.k}^{(h)}$, l'une au moins fût transcendante.

» Cette proposition, supposée exacte, traduirait une propriété des fonctions z, qui n'étant, pour l'équation proposée, ni des intégrales, ni des

solutions particulières, échappent entièrement à l'analyse employée par M. Painlevé dans sa Note du 27 octobre.

» Mais M. Painlevé va plus loin encore : *dans cette voie, ni dans aucune autre, on ne pourrait aboutir à un résultat positif*.

» En d'autres termes, on ne saurait concevoir aucun mode de réductibilité qui ne soit compris dans celui dont M. Painlevé a fait l'étude.

» Je n'ai pu découvrir les bases mathématiques de cette opinion, un peu isolée, de sorte que je me vois obligé d'abandonner là, et d'ailleurs d'une façon définitive, toute cette discussion, devenue sans objet précis. »

THERMODYNAMIQUE. — *Méthode pour évaluer les températures dans l'échelle thermodynamique centigrade.* Note de M. **Ponsot**, présentée par M. Lippmann.

« Dans une Note récente (*Comptes rendus* du 27 octobre 1902) sur la force électromotrice d'un élément de pile thermo-électrique, j'ai indiqué les conditions nécessaires pour pouvoir calculer les températures dans une échelle thermodynamique, soit avec la valeur de cette force électromotrice, e, mesurée par les procédés ordinaires, soit avec la valeur de q, c'est-à-dire du phénomène de Peltier, mesurée par le procédé donné par M. Pellat (*Comptes rendus*, t. CXXXIII, 1901, p. 921).

» M. Pellat (*Comptes rendus* du 3 novembre 1902) a fait remarquer que la méthode qu'il a proposée pour évaluer en valeur absolue les basses températures n'est pas identique à celle qui repose sur la mesure de q, et notamment qu'elle n'exige pas l'emploi de deux températures connues en valeur absolue.

» La méthode de M. Pellat repose, en effet, sur la mesure simultanée de trois grandeurs : la force électromotrice, e, d'un élément, le phénomène de Peltier, q, à l'une de ses soudures, et la température t de cette soudure dans une échelle thermométrique ordinaire.

» En tenant compte des résultats théoriques que j'ai établis dans ma Note précédente, je vais décrire succinctement une méthode plus simple et plus précise que celle de M. Pellat, puisqu'elle n'exige que la mesure de deux grandeurs e et q, et qu'on n'y emploie aucune relation empirique.

» $\frac{d\varepsilon}{d\theta}$ et $\frac{d\varepsilon'}{d\theta}$ étant constants, on a, pour la force électromotrice d'un élément,

$$e = q - q' + B(\theta - \theta_0).$$

» Si la température θ reste fixe, q est invariable,

$$\frac{d(e+q')}{d\theta_0} = -B.$$

» *Mode opératoire.* — La soudure chaude sera portée à une température invariable θ, supérieure à la température d'ébullition de l'eau. L'autre soudure sera d'abord portée à la température de 100° centigrades; on mesurera e' et q', dont la somme S' correspondra à la température absolue θ'.

» Cette soudure sera ensuite portée à la température du zéro centigrade, on mesurera e'' et q'', dont la somme S'', correspondra à la température absolue θ''.

» L'échelle qu'on a choisie pour les températures absolues étant celle où l'intervalle fondamental est également de 100°, on a

$$B = \frac{S'' - S'}{100}.$$

La soudure froide étant portée à une autre température inférieure à θ, si l'on trouve comme mesures e et q, dont la somme est S, cette température, repérée dans l'échelle centigrade, sera

$$t = -\frac{S - S''}{B}.$$

Cette température, évaluée dans l'échelle thermodynamique dont l'échelle centigrade fait partie, est $t + \theta''$.

» Pour déterminer θ'', on résoudra par tâtonnements l'équation suivante, en posant $\theta' = \theta'' + 100$,

$$\frac{q''}{\theta''} + B \operatorname{Log} \theta'' = \frac{q'}{\theta'} + B \operatorname{Log} \theta'.$$

» Ayant ainsi simultanément mesuré la force électromotrice de l'élément thermo-électrique et évalué la température de l'une des soudures dans l'échelle thermodynamique adoptée, puis répété ces mesures et évaluations dans des limites de température aussi étendues que possible, on pourra déterminer les constantes de la relation que j'ai donnée entre la force électromotrice et la température absolue.

» Il suffira alors de mesurer cette force électromotrice pour la détermination des températures absolues, dans les limites de température dépendant de la nature des métaux formant l'élément thermo-électrique. Cet élément servira de thermomètre étalon.

» On pourrait également, après avoir obtenu dans le calcul de θ'' la deuxième constante de la relation entre q et la température absolue, utiliser seulement la mesure de q.

» Le critérium de l'exactitude de la méthode sera que les valeurs de e et de q, utilisées séparément, devront donner des indications de température concordantes et indépendantes de la composition de l'élément thermo-électrique.

» M. Pellat a décrit un procédé pour mesurer q, du phénomène de Peltier : il a calculé et indiqué l'erreur maximum de sa méthode. L'expérience justifiera sans doute ses prévisions, et il est à espérer que, par la pratique, ce savant pourra beaucoup diminuer les erreurs méthodiques.

» Quelle sera la précision de la méthode que je propose? Quels écarts présenteront les résultats de cette méthode et ceux qu'on obtient avec le thermomètre à gaz? L'expérience seule permettra de répondre à ces questions.

» C'est pour des considérations de précision que je m'abstiens de développer une autre méthode de détermination des températures dans l'échelle thermodynamique centigrade : cette méthode reposerait sur la mesure de ε ou de ses variations dans les points d'un conducteur métallique à des températures différentes, et dans des conditions plus faciles à concevoir qu'à réaliser. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *La pesanteur le long du parallèle moyen.* Note de M. J. COLLET, présentée par M. Lœwy.

« Après avoir exposé, dans une Note précédente, la partie de mes observations qui concerne les durées des oscillations du pendule, je vais maintenant considérer les *déterminations* correspondantes *de la pesanteur.*

» Le Tableau suivant donne, en mètres, les valeurs de g, aux diverses stations, déduites de la valeur déterminée au rez-de-chaussée de l'Observatoire de Paris, par le commandant Defforges, dans la salle des expériences pendulaires. Pour les valeurs de τ_{15} qui ont servi à ce calcul, lorsque plusieurs expériences ont eu lieu dans une même station, on a pris la moyenne des résultats obtenus. Le Tableau renferme, en outre, les éléments du calcul de la gravité g_0 au niveau de la mer, ainsi que les *anomalies* $g_0 - g_1$ que fait apparaître la comparaison de g_0 avec la valeur théorique normale g_1.

Tableau des pesanteurs observées et réduites au niveau de la mer.

	τ_{15}.	g.	g_0.	g_1.	$g_0 - g_1$.
Paris................	0,7113523	9,81000	9,81013	9,81030	−0,00017
Marseille.............	5172	9,80545	9,80556	9,80536	+0,00020
Cap Ferrete...........	4629	9,80695	9,80696	9,80656	+0,00040
Bordeaux.............	4923	9,80614	9,80631	9,80673	−0,00042
Aurillac..............	5191	9,80940	9,80664	9,80682	−0,00018
Saint-Pierre-le-Chastel..	5112	9,80962	9,80708	9,80752	−0,00044
Saint-Agrève..........	5563	9,80438	9,80643	9,80689	−0,00046
Valence..............	4903	9,80619	9,80646	9,80682	−0,00036
Grenoble.............	4998	9,80593	9,80635	9,80705	−0,00070
La Bérarde...........	6431	9,80200	9,80537	9,80682	−0,00145
Le Lautaret...........	6701	9,80124	9,80524	9,80688	−0,00164
Turin................	0,71151055	9,80588	9,80640	9,80694	−0,00054

Éléments de la réduction au niveau de la mer.

	Altitude *h*.	Latitude λ.	Densité δ.
	m	° ′ ″	
Paris	60	48.50.11	2
Marseille	61	43.18.17	2,6
Cap Ferret	6	44.38.49	2
Bordeaux	74	44.50.18	2
Aurillac	640	44.56.46	2,73
Saint-Pierre-le-Chastel	753	45.48	2,73
Saint-Agrève	1058	45. 0.36	2,7
Valence	125	44.56	1,9
Grenoble	210	45.11.22	2,6
La Bérarde	1738	44.56	2,7
Le Lautaret	2058	45. 2.5	2,7
Turin	233	45. 4.8	2

» Pour la *réduction au niveau de la mer*, on a employé la formule de Bouguer

$$g_0 = g\left[1 + \frac{2h}{R}\left(1 - \frac{3\delta}{4\Delta}\right)\right],$$

dans laquelle δ est la densité moyenne du sous-sol de la station; Δ, celle de la Terre, soit 5,5; h, l'altitude de la station; et, enfin, R le rayon de la Terre.

» Les valeurs de δ résultent des indications autorisées des géologues les plus compétents. Elles sont justifiées par les coupes géologiques qui renferment mes Notes antérieures insérées dans les *Comptes rendus*.

» Le calcul des *valeurs normales* g_1 de la gravité a été fait à l'aide de la formule Defforges

$$g_1 = 9,78124(1 + 0,005243 \sin^2\lambda).$$

» En dehors même de tout examen critique des diverses formules employées en Géodésie, pour le calcul de g_1, le choix de la formule précédente s'imposait ici, en raison de la coordination de mes observations avec celles du Service géographique (1).

» Les valeurs $g_0 - g_1$ des anomalies exigent encore, dans certaines stations, une dernière correction, celle de l'*attraction topographique* (2). Cette correction, qui demande de très laborieux calculs, vient diminuer le déficit

(1) Voir, sur ce point, le *Mémorial du Dépôt de la Guerre*, t. XV, p. 16.

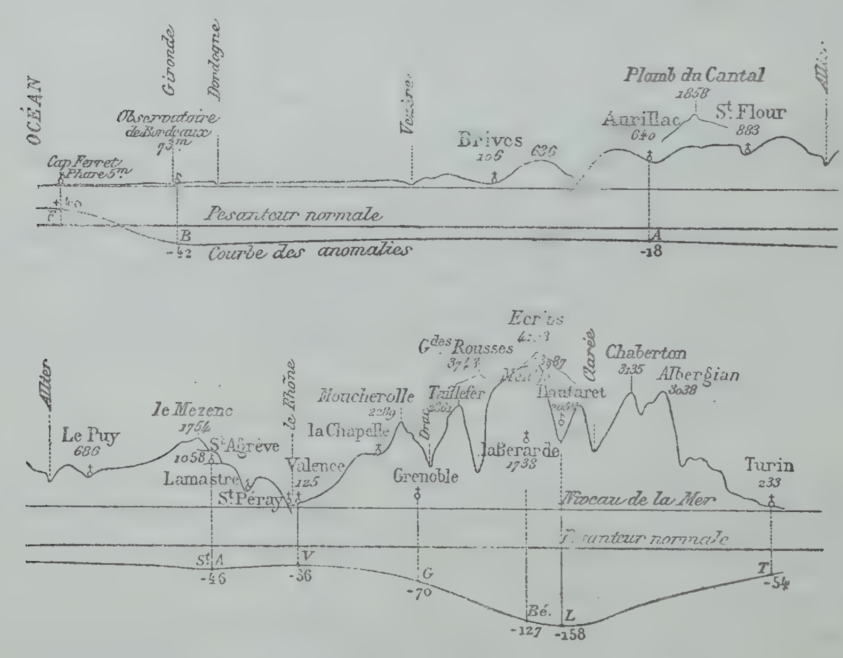
(2) *Comptes rendus*, t. CXXXI, p. 654 et 742.

apparent de la pesanteur. Sa valeur est 0,00018 à la Bérarde, et 0,00006 au Lautaret, ce qui réduit le déficit aux valeurs suivantes :

» 0,00127 à la Bérarde, 0,00158 au Lautaret. Quant à la *flexion* du pendule, signalée par M. Helmert, et calculée par lui, elle est sans influence sur les déterminations relatives de la pesanteur.

» En examinant la suite des valeurs de $g_0 - g_1$, on voit qu'on n'a observé des *excédents* de pesanteur que dans deux stations, l'une près du bord de la mer (Observatoire de Marseille), l'autre (Phare du cap Ferret) dans une situation insulaire, l'excédent, dans ce dernier cas, étant double du premier. Partout ailleurs on a constaté un *déficit croissant en même temps que le relief du sol devient plus considérable.*

» Ce défaut de pesanteur, au niveau de la mer, sous les massifs montagneux, est l'indice d'une constitution spéciale de la croûte terrestre qui, sous les masses en relief, doit avoir une densité moyenne plus faible que sous les plaines, au même niveau, et surtout que sous les mers et les océans.



Anomalies de la Pesanteur le long du Parallèle moyen.

Echelle des Longueurs 0 20 40K. *Hauteurs deux fois décuplées.*

» La figure précédente rend sensible aux yeux la corrélation existant entre le relief du sol et les anomalies de la pesanteur. Elle fait apparaître

quelques particularités remarquables sur lesquelles je me propose de revenir dans le Mémoire que je compte rédiger sur l'ensemble de mes expériences pendulaires. »

CHIMIE. — *Sur la composition des hydrates de gaz.* Note de M. DE FORCRAND.

« J'ai indiqué (¹) comment on peut, au moyen de ma relation générale

$$\frac{Q}{T^1} = 30,$$

déterminer la composition des hydrates de gaz qu'il est presque toujours impossible de fixer exactement par l'analyse directe, et j'ai donné deux méthodes pour obtenir ce résultat. J'ai déjà appliqué ces règles (²) à l'hydrate de chlore, qui a pour composition : $Cl^2 + 7H^2O$.

» Dans la plupart des autres cas, la première méthode seule est applicable, parce qu'on ne connaît pas la chaleur de solidification totale $(L+S)$ de la molécule gazeuse. Mais la précision de cette méthode est toujours suffisante pour savoir si l'hydrate est à 6, 7 ou $8H^2O$.

» J'ai fait les calculs de Q^1, de T^1 et de n pour tous les hydrates dont on a déterminé les courbes de dissociation, en me reportant aux travaux de M. Villard, M. Roozeboom, MM. Cailletet et Bordet, et à ceux que j'ai faits moi-même.

» Le Tableau suivant donne les résultats obtenus. Les valeurs de Q^1 sont souvent des moyennes de quinze ou vingt résultats donnés par la formule de Clapeyron appliquée aux courbes.

	T.		T′.		Q′.	Q.	Formule calculée.	Formule probable.
	°	°	°	°	Cal	Cal		
Az.....	−187 ou	86 abs.	−43,8 ou	229,2	13,30	6,87	$Az + 4,5\ H^2O$	4 ou $5H^2O$
CH^4...	−164	109 abs.	−29	244	16,35	7,32	$CH^4 + 6,31H^2O$	$6H^2O$
CO^2...	− 78,2	194,8	−21,2	251,8	16,16	7,55	$CO^2 + 6,02H^2O$	$6H^2O$
Az^2O..	− 88	185	−19,3	253,7	16,29	7,61	$Az^2O + 6,06H^2O$	$6H^2O$
C^2H^6..	− 85	188	−15,8	257,2	17,71	7,71	$C^2H^6 + 6,99H^2O$	$7H^2O$
C^2H^2..	− 85	188	−15,4	257,6	15,92	7,73	$C^2H^2 + 5,73H^2O$	$6H^2O$
C^2H^4..	−104	169	−13,4	259,6	18,34	7,76	$C^2H^4 + 7,37H^2O$	$7H^2O$
PH^3...	− 85	188	− 6,4	266,6	16,44	8,00	$PH^3 + 5,90H^2O$	$6H^2O$

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXXIV, p. 836.
(²) *Comptes rendus*, t. CXXXIV, p. 991.

	T.		T′.		Q′.	Q.	Formule calculée.	Formule probable.
	°	°	°	°	Cal	Cal		
H^2S...	− 62 ou	211	+ 0,35 ou	273,35	16,34	8,20	$H^2S + 5{,}69 H^2O$	$6 H^2O$
C^2H^5F.	− 32	241	+ 3,7	276,7	20,12	8,30	$C^2H^5F + 8{,}27 H^2O$	$8 H^2O$
SO^2....	− 10	263	+ 7	280	19,83	8,40	$SO^2 + 8{,}06 H^2O$	$8 H^2O$
CH^3Cl.	− 23	250	+ 7,5	280,5	18,83	8,41	$CH^3Cl + 7{,}28 H^2O$	$7 H^2O$
H^2Se..	− 42	231	+ 8	281	16,82	8,43	$H^2Se + 5{,}87 H^2O$	$6 H^2O$
Cl^2....	− 34,6	238,4	+ 9,6	282,6	18,36	8,48	$Cl^2 + 7 H^2O$	$7 H^2O$
Br^2....	+ 59	332	> 9,6	>282,6	?	?	$Br^2 + 10 H^2O$	$10 H^2O$

» Dans cette liste, les divers hydrates étudiés figurent dans l'ordre de stabilité croissante (T′ augmente). On remarquera que cet ordre est *à peu près* le même que celui de la volatilité décroissante des gaz anhydres.

» Pour l'hydrate d'argon, les données sont au nombre de deux seulement et un peu incertaines, M. Villard, qui l'a décrit, disant ([1]) que la tension est de 105^{atm} *vers* 0°, et de 210^{atm} à + 8°C.

» Il suffirait d'admettre + 0°,5 pour 105^{atm}, au lieu de 0°, pour trouver $Az + 5{,}27 H^2O$.

» Pour l'hydrate de brome, aucun calcul de Q′, Q ou T′ n'a pu être fait; le brome étant liquide à la température des expériences, et ordinairement en excès, ne permet plus de raisonner comme pour les autres hydrates. Le système n'est plus monovariant ([2]).

» A part ces deux cas extrêmes, les courbes sont assez régulières pour permettre le calcul. Il arrive cependant que pour plusieurs des ces hydrates les valeurs données pour les tensions aux deux ou trois températures les plus élevées doivent être écartées, car elles fourniraient pour Q′ des nombres manifestement trop élevés et qui ne concordent plus du tout avec les autres.

» On remarquera que, dans la moitié des cas, la formule probable déduite de ces calculs est :

$$M + 6 H^2O.$$

» M. Villard a précisément vérifié que c'est bien la composition des hydrates de CO^2, de Az^2O, de C^2H^2. Il avait même proposé d'étendre cette règle à tous les hydrates ([3]). Mais cette règle n'est pas aussi générale

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXIII, p. 377.

([2]) Aussi la formule que j'ai inscrite dans le Tableau : $Br^2 + 10 H^2O$, est celle qui a été obtenue par M. Roozeboom au moyen de l'analyse directe des cristaux.

([3]) *Étude expérimentale des hydrates de gaz.* (Thèse de Doctorat ès sciences.) Paris, 1896, p. 96.

qu'il le pensait, et, en réalité, dans l'autre moitié des cas, le nombre des molécules d'eau fixées est ou inférieur (argon?), ou certainement supérieur à $6H^2O$ (C^2H^6, C^2H^4, C^2H^5F, SO^2, CH^3Cl, Cl^2, Br^2).

» Malgré quelques irrégularités, il semble que les hydrates contiennent d'autant plus d'eau qu'ils sont plus stables.

» La différence qui existe entre T' et T est toujours du même signe ($T' > T$), mais varie beaucoup comme valeur absolue, et diminue à mesure que le gaz devient plus facilement liquéfiable. Elle est de 142°,6 pour l'argon, et de 17° seulement pour SO^2, de sorte que le point de décomposition de l'hydrate T' varie peu (de −43°,8 pour l'argon à +9°,6 pour Cl^2) :

» Ce qui porte à penser que les gaz les plus volatils, tels que l'azote, l'oxygène, l'hydrogène, l'hélium, doivent s'hydrater aussi et donner des hydrates cristallisés d'une stabilité à peine inférieure à celle de l'hydrate d'argon. En fait M. Villard a signalé des hydrates d'azote et d'oxygène [1].

» Enfin, puisque T' varie peu, et que la composition même des hydrates est assez voisine, leur chaleur de formation Q' ou Q doit être presque la même, ainsi qu'on le remarquera sur le Tableau précédent. Les valeurs de Q' varient seulement de 2^{Cal} du formène au chlore. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Transformation de l'acide pyrophosphorique en acide orthophosphorique*. Note de M. H. GIRAN.

« J'ai publié, dans une précédente Note (*Comptes rendus*, t. CXXXIV, p. 1500), les résultats thermiques suivants :

$$P^2O^7H^4 \text{ liq.} + \text{aq.} = P^2O^7H^4 \text{ diss} \ldots\ldots + 10^{Cal},22$$
$$P^2O^7H^4 \text{ sol.} + \text{aq.} = P^2O^7H^4 \text{ diss} \ldots\ldots + 7^{Cal},78$$

» L'acide pyrophosphorique solide employé pour cette dernière détermination était mélangé à une grande quantité de chlorure d'argent, d'où des corrections et quelque incertitude dans la mesure.

» Depuis lors, j'ai obtenu de l'acide pyrophosphorique pur, cristallisé, en soumettant, pendant trois mois, de l'acide sirupeux, possédant exactement la composition théorique $P^2O^7H^4$, à l'action continue d'une température d'environ −10°. Dans ces conditions, cet acide cristallise en petits grains blancs, opaques, d'aspect sphéroïdal, sans forme cristalline déter-

(1) *Comptes rendus*, t. CXXIII, p. 377.

minable. Cependant j'ai pu constater qu'une partie, qui était restée adhérente aux parois du flacon, y avait cristallisé très nettement sous la forme de fines aiguilles, plus ou moins contournées sur leurs bords, et offrant, en ces points, l'aspect de très belles barbes de plume.

» La mesure directe de la chaleur de dissolution de cet acide cristallisé m'a donné

$$P^2O^7H^4 \text{ crist.} + \text{aq.} = P^2O^7H^4 \text{ diss.} \ldots\ldots \quad +7^{\text{Cal}},93$$

nombre peu différent de celui que j'ai donné précédemment ($7^{\text{Cal}},78$).

» Cet acide cristallisé ne fond plus qu'à la température de $+61°$. Revenu à la température ordinaire, il conserve l'état liquide et ne se solidifie de nouveau qu'au contact d'un cristal. Cette solidification est très lente; on la facilite en agitant fréquemment.

» Je me suis proposé de rechercher quelle est la chaleur dégagée dans la transformation de l'acide pyrophosphorique solide, liquide ou dissous, en acide orthophosphorique.

» Pour y arriver, je plaçais un poids connu d'acide pyrophosphorique solide ou liquide (surfondu) dans un petit ballon en verre mince avec 10^{cm^3} d'acide sulfurique à 71 pour 100 de SO^4H^2. Une expérience préliminaire m'avait montré que, dans ces conditions, l'acide pyrophosphorique se transforme, en quelques minutes, en acide orthophosphorique. Le ballon, bien bouché, était placé dans l'eau du calorimètre. J'agitais le tout jusqu'à ce qu'il ne se produisît plus de dégagement de chaleur. Je brisais alors le ballon dans le calorimètre; la température s'élevait aussitôt par suite de la dissolution de l'acide sulfurique et de l'acide orthophosphorique formé pendant la première partie de l'expérience. Une expérience supplémentaire, faite avec 10^{cm^3} du même acide sulfurique, m'indiquait quel était le dégagement de chaleur produit par cet acide seul.

» J'ai ainsi obtenu les résultats suivants :

$$P^2O^7H^4 \text{ liq.} + H^2O \text{ liq.} + \text{aq.} = 2PO^4H^3 \text{ diss.} \ldots \quad +14^{\text{Cal}},47$$
$$P^2O^7H^4 \text{ sol.} + H^2O \text{ liq.} + \text{aq.} = 2PO^4H^3 \text{ diss.} \ldots \quad +12^{\text{Cal}},35$$

La différence de ces deux nombres nous donne la chaleur de fusion de l'acide pyrophosphorique, soit $-2^{\text{Cal}},12$; on peut aussi l'obtenir en faisant la différence des chaleurs de dissolution des acides solide et liquide, ce qui donne $-2^{\text{Cal}},29$. Ces deux valeurs de la chaleur de fusion, obtenues par deux méthodes différentes, sont sensiblement concordantes.

» On déduit aisément des résultats ci-dessus, en tenant compte de

$$PO^4H^3 \text{ sol.} + \text{aq.} = PO^4H^3 \text{ diss.} \ldots \quad +2^{\text{Cal}},69 \text{ (Thomsen)}$$
$$P + O^4 + H^3 = PO^4H^3 \text{ sol.} \ldots\ldots \quad +304^{\text{Cal}},1 \text{ (Thomsen)}$$

les conséquences suivantes :

$$P^2O^7H^4 \text{ sol.} + H^2O \text{ liq.} = 2PO^4H^3 \text{ sol.} \ldots\ldots\ldots\ldots \quad +6^{Cal},97$$
$$P^2O^7H^4 \text{ liq.} + H^2O \text{ liq.} = 2PO^4H^3 \text{ sol.} \ldots\ldots\ldots\ldots \quad +9,09$$
$$P^2O^7H^4 \text{ diss.} + H^2O \text{ liq.} = 2PO^4H^3 \text{ diss.} \ldots\ldots\ldots \quad +4,25$$

$$P^2 + O^7 + H^4 = P^2O^7H^4 \text{ crist.} : +532^{Cal},23; \text{ liq.} : +529^{Cal},94; \text{ diss.} : +540^{Cal},16.$$

» Pour le calcul de la chaleur de formation de l'acide pyrophosphorique à partir de ses éléments, j'ai dû faire intervenir celle de l'acide orthophosphorique, déterminée par Thomsen. Or, comme le fait remarquer M. Berthelot dans sa *Thermochimie* (t. II, p. 115), la complication et l'incertitude des réactions utilisées par le chimiste danois ne permettent de regarder son résultat que comme approximatif. Il y a donc lieu de faire les mêmes réserves sur la chaleur de formation de l'acide pyrophosphorique. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Aluminate de manganèse :* Al^2O^4Mn. Note de M. **Em. Dufau**, présentée par M. H. Moissan.

« En 1847, Ebelmen réalisait la combinaison de l'alumine et de l'oxyde de manganèse en chauffant, dans un four à porcelaine, un mélange des deux oxydes additionné d'anhydride borique.

» Après plusieurs heures de chauffe, il obtint une matière « brun-noir, » bulleuse, présentant dans les cavités de larges *lames brunes triangulaires* » paraissant appartenir au système régulier [1] ».

» L'analyse de ce produit ne fut pas faite, et c'est sur la seule considération des proportions d'oxydes mis en présence qu'Ebelmen lui attribua la formule ($Al^2O^3.MnO$).

» L'emploi du four électrique de M. Moissan nous a permis de reproduire facilement cette combinaison et d'en faire une étude détaillée.

» Nous avons chauffé, pendant 3 minutes, avec un arc de 1000 ampères sous 60 volts, un mélange intime de 100 parties d'alumine et 230 parties d'oxyde salin de manganèse.

» On obtient ainsi une masse boursouflée, d'un brun noir, à reflet métallique. La cassure, très irrégulière, est d'un beau vert clair et montre de nombreuses géodes brunes tapissées de cristaux brillants à pointements octaédriques.

» Pour purifier ce produit, on le concasse, puis on le traite par l'acide chlorhy-

---

(1) Ebelmen, *Ann. de Phys. et de Chim.*, 3e série, t. XXII, 1847, p. 225.

drique à chaud; il se dégage des gaz carburés et du chlore en même temps que l'acide prend une teinte brune. En prolongeant les traitements à l'acide chlorhydrique bouillant, la teinte primitive du composé s'atténue progressivement faisant place à une teinte définitive *jaune clair*. La poudre cristalline ainsi obtenue retient encore des parcelles de graphite que l'on sépare facilement, grâce à la différence de densité des deux corps, en projetant la poudre dans l'iodure de méthylène.

» *Analyse*. — Pour en déterminer la composition, le produit finement pulvérisé est attaqué, dans un creuset de platine, par un mélange de carbonate de potassium et de carbonate de sodium en fusion; l'attaque est lente et donne lieu à la formation d'aluminate et de manganate alcalins.

» En reprenant par l'eau et faisant bouillir quelques instants en présence d'une petite quantité d'alcool, tout le manganèse se trouve précipité. Après lavages, l'oxyde dissous dans HCl est précipité à l'état de carbonate et pesé en oxyde salin.

» Enfin, l'aluminate alcalin est décomposé par le chlorhydrate d'ammoniaque, l'alumine précipitée, lavée et pesée.

» L'analyse ainsi conduite a donné les chiffres suivants :

	I.	II.	III.	Théorie pour Al^2O^4Mn.
Al^2O^3	58,18	58,02	58,73	58,98
MnO..............	»	40,62	41,03	41,02

» L'aluminate de manganèse se présente sous la forme de petits cristaux jaune clair et transparents, ayant l'aspect d'octaèdres, modifiés sur les arêtes et sur les angles; sa densité est de 4,12 (20°), il est plus dur que le quartz, sa poudre est d'un jaune très clair.

» Parfaitement stable dans les conditions normales de température, cet aluminate s'oxyde avec facilité lorsqu'on le chauffe au contact de l'air; c'est ainsi qu'au rouge il se colore progressivement en brun foncé, s'éclaircissant légèrement par refroidissement, reprenant ainsi l'apparence du produit primitif non encore traité par l'acide chlorhydrique; dans l'oxygène cette oxydation, qui n'est que superficielle, est plus rapide et se produit bien au-dessous du rouge. Le soufre n'agit pas sur ce composé à la température de fusion du verre.

» Le fluor l'attaque avec incandescence au rouge, mais le brome et l'iode sont sans action marquée à la température de fusion du verre.

» Insoluble dans l'acide chlorhydrique, l'aluminate de manganèse se laisse attaquer par les acides nitrique et fluorhydrique et plus facilement par l'acide sulfurique. Enfin, les oxydants : chlorate, nitrates alcalins en fusion et surtout les oxydes et carbonates alcalins, le désagrègent sans difficulté. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur le dosage du manganèse.* Note de M. H. **Baubigny**, présentée par M. Troost.

« Hugh Marshall avait indiqué notamment la transformation des sels de protoxyde de manganèse en peroxyde insoluble, par l'action de ces composés. Ayant eu à opérer dans ces dernières années quelques dosages de ce métal, j'avais reconnu que la réaction pouvait être totale, mais je ne signalai pas le fait, croyant que Hugh Marshall l'avait entendu ainsi en relatant ce phénomène d'oxydation. Ce n'est que lors de sa dernière publication (1), en 1901, que je connus ma méprise. En toute équité, la priorité reste cependant acquise à ce savant et les indications données sur ce même sujet (2) peu de temps après par G. v. Knorre n'en demeurent aussi que la confirmation.

» Seulement, à l'époque de ces publications, j'avais déjà constaté que l'oxydation des sels de manganèse par les persulfates pouvait se produire en un milieu même très fortement acide, et je poursuivis quand même mon étude en comparant ce procédé à ceux déjà connus.

» Mes recherches ne sont pas encore terminées, et, si je donne aujourd'hui quelques-uns de mes résultats, c'est par suite de la publication toute récente d'un premier travail de Dittrich et Hassel (3) qui se rapproche du mien. Je le fais d'autant plus librement que leurs observations et les miennes ne marchent pas absolument d'accord.

» On sait que le peroxyde de manganèse se comporte comme un acide faible (4) et que si, dans la solution où il se forme, il existe des sels d'autres métaux, on retrouve dans le précipité de manganèse une partie de ces métaux, en quantité plus ou moins importante, suivant la nature et les proportions de ces métaux et les conditions de l'expérience.

» C'est là, au point de vue des déterminations gravimétriques, le grave défaut de ce mode de séparation du manganèse. Les procédés de précipitation en liqueur acide tirent donc leur importance de ce qu'on peut

---

(1) *Chem. News*, t. LXXXIII, p. 76.

(2) *Centr. Bl.*, t. II, 1902, p. 1278.

(3) *Ber. deuts. ch. Ges.*, t. XXXV, p. 3266.

(4) Gorgeu, *Sur l'acide manganeux* (*Rép. Chim. pure*, 1862, p. 415).

espérer éviter cet écueil et, quand on ne veut que la teneur en manganèse d'un alliage, s'affranchir de la marche usuelle.

» Pourtant, même en milieu acide, jusqu'à ce jour l'opération n'a pas encore été couronnée d'un plein succès.

» Vohlard a, en effet, montré (¹) en 1879 que, dans la réaction découverte par Guyard,

$$2MnO^4K + 3MnSO^2 = 5MnO^2 + SO^4K^2 + 2SO^4H^2,$$

le peroxyde qu'on obtient contient toujours du protoxyde à l'état de composé salin, bien que la quantité d'acide libre (sulfurique, dans l'exemple choisi) augmente progressivement au fur et à mesure que la réaction s'accentue, et montre qu'il en est encore de même pour tout autre métal en présence.

» Il n'est pas jusqu'au procédé d'Hannay, où le solvant est de l'acide nitrique concentré pur ($d = 1,4$), qui ne donne des mécomptes à ce point de vue. Très souvent, l'oxyde MnO^2 qu'il fournit renferme des quantités appréciables d'autres métaux, notamment du peroxyde de fer, s'il s'agit d'analyses d'acier ou de fer manganésifère, et d'autant plus que la teneur de la liqueur en ces métaux étrangers est elle-même plus élevée.

» Il n'était donc pas vraisemblable que le procédé au persulfate, même en solution acide, fût lui-même plus indemne que les autres. C'est ce que je me propose de montrer en commençant avec les sels alcalins, dont, aujourd'hui encore, la séparation avec le bioxyde de manganèse est considèrée comme presque impossible.

» Je le ferai pour prouver que cet entraînement des alcalis a lieu même en liqueur acide et aussi pour donner, dès le début, un procédé simple permettant de purger le peroxyde de manganèse de toute trace d'alcali fixe ; j'en profiterai pour établir que, même en opérant avec un excès d'acide libre, sulfurique ou nitrique, ce ne sont pas les *sels* alcalins, comme le disent Dittrich et Hassel, mais seulement les alcalis qui sont retenus par le bioxyde de manganèse.

» Avant toute relation d'expériences appuyant ma critique, je dois en quelques mots indiquer mon mode opératoire. Le sel de manganèse dissous, on acidule, puis on ajoute la solution de persulfate (²) préalablement filtrée des quelques impuretés inso-

(¹) *Ann. der Chem. u. Ph.*, t. CXCVIII, p. 318.

(²) Celui d'ammonium de préférence à celui de potassium, à cause de sa plus grande solubilité et de son action plus rapide.

lubles qui y sont contenues. Quant à la quantité, elle varie, comme nous le verrons, suivant les conditions. On porte alors à 100° au bain-marie. Le persulfate se décompose et se transforme en bisulfate; la liqueur a donc toujours une réaction acide après l'oxydation. On cesse de chauffer quand le dégagement d'oxygène (ozonisé) se ralentit, et l'on refroidit en plongeant, si l'on veut, le vase dans l'eau froide. S'il y a trace de permanganate formé, on ajoute *à froid* (j'en donnerai plus tard les raisons) 4 à 5 gouttes d'alcool, on agite et l'on abandonne jusqu'à décoloration. On filtre, on lave, on sèche et l'on calcine, puis on pèse l'oxyde salin Mn^3O^4.

» L'oxydation s'effectue dans une fiole conique de Bohême, de capacité double du volume liquide et fermée par un simple verre de montre pour parer à toute projection. La chauffe peut ainsi se faire assez rapidement par immersion dans le bain-marie, condition qui me paraît plus simple que l'emploi d'une grande capsule de platine, selon la pratique de Dittrich et Hassel. En 20 à 25 minutes l'oxydation est terminée, sans qu'il y ait avantage à chauffer 2 heures pour décomposer complètement le reste du persulfate, comme le recommandent ces auteurs.

» J'ai pu, en opérant ainsi, ajouter préalablement jusqu'à 2^{cm^3} d'acide sulfurique concentré SO^4H^2 ($d = 1,8$) par 100^{cm^3} de liqueur de manganèse, sans que la précipitation de ce métal cesse d'être totale, du moins à $0^{mg},1$ ou $0^{mg},2$ près, car on en retrouve toujours des traces de cet ordre de grandeur dans les eaux mères, même dans le cas de liquides peu acides. Il y a donc un écart sensible avec les proportions indiquées par Dittrich et Hassel, qui n'emploient que 5^{cm^3} d'une solution d'acide sulfurique au $\frac{1}{10}$ par 150^{cm^3} à 200^{cm^3}, soit 6 à 8 fois moins. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du chlore et du brome sur les vératrols mononitrés*. Note de M. **H. Cousin**, présentée par M. Moissan.

« Dans une Note insérée aux *Comptes rendus* (¹) j'ai décrit un vératrol mononitré trichloré et un vératrol mononitré tribromé obtenus dans l'action de l'acide nitrique fumant sur les vératrols trihalogénés correspondants; dans le but de déterminer la formule de constitution de ces corps, j'ai étudié l'action du brome et du chlore sur les vératrols mononitrés. Ceux-ci sont au nombre de deux : le vératrol mononitré α ayant pour formule $C^6H^3 - \underset{1}{OCH^3} - \underset{2}{OCH^3} - \underset{3}{AzO^2}$ et le dérivé β

$$C^6H^3 - \underset{1}{OCH^3} - \underset{2}{OCH^3} - \underset{4}{AzO^2};$$

j'ai fait réagir le brome et le chlore sur chacun de ces corps.

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXXIV, 1902, p. 290.

» *Action du brome sur le vératrol mononitré α.* — Dans un travail antérieur [1] j'ai obtenu, dans l'action du brome sur le vératrol nitré α, un dérivé mononitré dibromé de formule

$$C^6H - \underset{1}{OCH^3} - \underset{2}{OCH^3} - \underset{3}{AzO^2} - Br - Br;$$

dans le but d'arriver à un dérivé trisubstitué j'ai traité ce corps par le brome en présence d'acide sulfurique.

» 10^g de vératrol mononitré dibromé sont mis en contact avec 20^{cm^3} d'acide sulfurique pur; au bout de 24 heures j'ajoute 5^{cm^3} de brome et je chauffe 10 heures au bain-marie, puis le produit de la réaction est versé dans une solution étendue de bisulfite de soude : il se dépose une masse cristalline qui, après dessiccation, est traitée par l'alcool absolu; le vératrol mononitré dibromé, peu soluble, reste comme résidu, et l'alcool évaporé laisse un corps qui est purifié par cristallisation dans l'alcool à 90°. J'obtiens finalement des aiguilles blanches à peine colorées en jaune, formées de prismes allongés et aplatis, insolubles dans l'eau, solubles dans l'alcool, l'éther, le chloroforme. Leur point de fusion est 116°-117°. Il résulte des analyses que ce corps est un vératrol mononitré tribromé de formule

$$C^6 - \underset{1}{OCH^3} - \underset{2}{OCH^3} - \underset{3}{AzO^2} - \underset{4}{Br} - \underset{5}{Br} - \underset{6}{Br}.$$

» J'ai comparé ce corps au vératrol tribromé mononitré obtenu dans l'action de l'acide nitrique fumant sur le vératrol tribromé. L'aspect microscopique, les propriétés sont exactement les mêmes pour les deux corps, les points de fusion sont identiques; il en résulte qu'on arrive au même dérivé soit dans l'action du brome sur le vératrol nitré α, soit dans l'action de l'acide nitrique fumant sur le vératrol tribromé.

» Cette réaction fixe la formule de constitution du vératrol tribromé qui est

$$C^6H - \underset{1}{OCH^3} - \underset{2}{OCH^3} - \underset{4}{Br} - \underset{5}{Br} - \underset{6}{Br}.$$

» Le gaïacol tribromé qui, traité par l'iodure de méthyle et la potasse, donne le vératrol tribromé, possède une des deux formules suivantes :

$$C^6H - \underset{1}{OH} - \underset{2}{OCH^3} - \underset{4}{Br} - \underset{5}{Br} - \underset{6}{Br} \quad \text{ou} \quad C^6H - \underset{1}{OCH^3} - \underset{2}{OH} - \underset{4}{Br} - \underset{5}{Br} - \underset{6}{Br}.$$

» *Action du brome sur le vératrol nitré-4.* — J'ai décrit antérieurement [2] un dérivé monobromé mononitré obtenu dans l'action du brome à froid sur le vératrol nitré β. L'action de l'halogène à chaud, soit seul, soit en présence d'acide sulfurique, m'a donné un mélange de vératrol mononitré monobromé et de vératrol tétrabromé : somme toute peu de résultats intéressants.

» *Action du chlore sur le vératrol nitré α.* — Le chlore ne réagit pas sur ce vératrol nitré en solution acétique même à la température de 60°; il n'en est pas de même en présence d'acide sulfurique. 2^g de vératrol nitré-3 sont mis en contact

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 7e série, t. XIII, p. 505.

(2) *Ibid.*, 7e série, t. XIII, p. 504.

avec 10^{cm^3} d'acide sulfurique et 20^{cm^3} d'acide acétique pur, puis la solution est traitée par un excès de chlore; le produit de la réaction versé dans du bisulfite de soude étendu donne une masse cristalline qui est purifiée par cristallisation dans l'alcool.

» Le produit obtenu est un mélange de deux corps qu'il est facile de séparer au moyen de l'éther de pétrole. Le premier, insoluble dans ce dissolvant et purifié par cristallisation dans l'alcool, est formé de prismes ou de lames aplaties de couleur blanc jaunâtre, insolubles dans l'eau, solubles dans l'alcool, l'éther, la benzine, insolubles dans l'éther de pétrole; le point de fusion est 110°-111°. Les analyses montrent que ce corps est un vératrol mononitré dichloré ayant par conséquent pour formule $C^6H - \underset{1}{OCH^3} - \underset{2}{OCH^3} - \underset{3}{AzO^2} - Cl - Cl$.

» Le deuxième corps, soluble dans l'éther de pétrole, est en aiguilles blanches, fusibles à 88°. Il est exempt d'azote et n'est autre chose que du vératrol tétrachloré.

» *Action du chlore sur le vératrol nitré-4.* — 20^g de vératrol nitré sont triturés avec 20^{cm^3} d'acide sulfurique; le mélange coloré en rouge est dissous dans 40^{cm^3} d'acide acétique, et cette dissolution est traitée par un courant de chlore en excès jusqu'à décoloration; le produit de la réaction, versé dans du bisulfite de soude étendu, donne un corps huileux qui se solidifie peu à peu; pour purifier le produit, on le met en dissolution dans l'alcool à 90°, et cette dissolution, évaporée lentement sur l'acide sulfurique, laisse une masse cristalline jaune pâle, formée de longues aiguilles aplaties. Ce corps est insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool, l'éther, d'où il cristallise difficilement; il en est de même pour le chloroforme, la benzine, etc. Son point de fusion est 46°-47°. Les analyses montrent que ce corps est un vératrol mononitré dichloré de formule $C^6H - \underset{1}{OCH^3} - \underset{2}{OCH^3} - \underset{4}{AzO^2} - Cl - Cl$.

» L'action du chlore sur les vératrols nitrés ne m'a pas donné de vératrol mononitré trichloré que j'aurais pu comparer au corps obtenu dans l'action de l'acide nitrique fumant sur le vératrol trichloré. Étant donné, toutefois, que les vératrols trichloré et tribromé sont obtenus dans des conditions identiques (méthylation des gaïacols trisubstitués préparés par l'action directe des halogènes sur le gaïacol); étant donné, d'autre part, que les produits chlorés et bromés, obtenus dans des conditions analogues, possèdent des formules de constitution identiques, il est extrêmement probable que la formule de constitution du vératrol trichloré est analogue à celle du dérivé bromé, c'est-à-dire $C^6H - \underset{1}{OCH^3} - \underset{2}{OCH^3} - \underset{4}{Cl} - \underset{5}{Cl} - \underset{6}{Cl}$.

» J'ai décrit une pyrocatéchine trichlorée (¹) qui, traitée par l'iodure de méthyle et la potasse, donne le vératrol trichloré. La formule de ce corps est très vraisemblablement $C^6H - \underset{1}{OH} - \underset{2}{OH} - \underset{4}{Cl} - \underset{5}{Cl} - \underset{6}{Cl}$.

» *En résumé,* dans ce travail, j'ai déterminé la formule de constitution d'un certain nombre de dérivés trisubstitués de la pyrocatéchine ou de ses éthers méthyliques, et j'ai décrit deux corps nouveaux : un vératrol dichloré nitré-3 et un vératrol dichloré nitré-4. »

(¹) *Annales de Chimie et de Physique,* 7e série, t. XIII, p. 483.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'hydrogénation de l'acétol.* Note de M. **André Kling**, présentée par M. Troost.

« L'acétol, encore appelé *alcool pyruvique*, découvert par M. Louis Henry, n'a été longtemps connu qu'à l'état de solution aqueuse. Les solutions d'acétol étaient obtenues par hydratation de l'alcool propargylique, ou par la saponification des chloracétone, bromacétone, ou acétate d'acétol.

» Perkin junior, le premier, parvint à l'isoler en nature ; il en donna les constantes physiques ainsi que quelques propriétés.

» Ultérieurement, M. Louis Henry obtint de nouveau cet alcool en décomposant le formiate d'acétol par l'alcool méthylique, alcool *fort*, qui déplace l'acétol, alcool *faible*.

» Enfin je l'ai préparé par l'oxydation du propylglycol (1, 2), à l'aide des ferments oxydants ou des hypobromites.

» Comme dérivés de l'acétol, on n'a guère décrit que quelques éthers sels ou oxydes, l'hydrazone, l'osazone, l'oxime, enfin les produits d'oxydation et de réduction.

» L'oxydation de l'acétol, effectuée à l'aide d'oxydants énergiques, tels que le mélange chromique, donne les acides carbonique et acétique. L'oxyde de cuivre, en solution alcaline, conduit à l'acide lactique. Cette dernière réaction est inexplicable si l'on attribue à l'acétol la formule

$$CH^3COCH^2OH,$$

ainsi que l'ont fait jusqu'ici tous les auteurs qui se sont occupés de ce composé. La formation d'acide lactique $CH^3C\begin{matrix}\diagup H \\ \diagdown OH\end{matrix}\!\!-\!\!COOH$, en effet, implique dans la molécule d'acétol la préexistence d'un groupement $R - \underset{\displaystyle OH}{\overset{\displaystyle H}{\overset{|}{\underset{|}{C}}}} - R'$ ou d'un radical susceptible de lui donner naissance et dont on ne voit nulle part la représentation dans la formule adoptée jusqu'ici pour l'alcool pyruvique.

» J'ai donc recherché si, tout au moins dans certaines conditions, l'acétol, qui peut être considéré comme l'un des *sucres* les plus simples, ne pouvait pas exister sous diverses formes tautomériques.

» Je ne m'occuperai ici que de la réduction de l'acétol, me réservant de compléter ultérieurement l'étude de cet alcool, de ses homologues et de leurs isomères.

» Perkin junior, en réduisant l'acétate en solution aqueuse (10 pour 100) par l'amalgame de sodium (2,5 pour 100), montra que, dans cette hydrogénation, il se fait du propylglycol, $CH^3CHOH - CH^2OH$, et proposa, pour rendre compte de cette réaction, la formule

$$(2) \qquad CH^3CO - CH^2OH + H^2 = CH^3CHOH - CH^2OH.$$

» Dans l'idée de cet auteur, le propylglycol devait être le seul produit de la réaction. Or, si l'acétol existe sous plusieurs formes tautomériques, il en résulte que la réaction ne doit plus se faire suivant l'équation (2), mais suivant une autre plus compliquée, dans laquelle interviennent d'autres termes que le propylglycol.

» J'ai recherché si des produits volatils n'avaient pas échappé à Perkin.

» J'ai suivi, pour la réduction, les indications données par cet auteur, mais l'hydrogénation a été effectuée dans une fiole munie d'un réfrigérant ascendant. Lorsque le liquide à réduire cesse d'agir sur la liqueur de Fehling, on neutralise, s'il y a lieu, le liquide réduit par HCl, puis on le distille à la colonne en recueillant à part les diverses fractions.

» J'ai opéré la réduction :

» 1° A *froid*, en milieux alcalins, neutres ou acides; 2° *à chaud*, en milieu alcalin.

» 1° *Hydrogénation par* HgNa (*à* 2,5 *pour* 100) *en milieu alcalin froid.* — Opérant comme il a été dit, j'ai obtenu à la distillation :

» *a.* Produits de tête (environ $\frac{1}{10}$ du produit total);

» *b.* Produits de cœur (environ $\frac{7}{10}$ du produit total);

» *c.* Produits résiduels (environ $\frac{2}{10}$ du produit total).

» La portion *b* ne contient à peu près que de l'eau. La portion résiduelle *c*, traitée par l'alcool et l'éther, abandonne à ces solvants du *propylglycol* qu'on a isolé par distillation.

» Quant aux produits de tête *a*, si on les sursature par CO^3K^2, ils laissent monter à leur surface un liquide à odeur alcoolique, représentant environ $\frac{1}{5}$ à $\frac{1}{6}$ du poids de l'acétol mis en œuvre. Ce liquide, desséché et distillé, bout à 81°; il a été identifié avec l'*alcool isopropylique* $CH^3CHOH - CH^3$ par un dosage de C, de H et par la réaction de Meyer.

» 2° *Hydrogénation par* HgNa *en solution* HCl *à froid.* — Elle est plus difficile qu'en milieu alcalin; elle fournit du *propylglycol* et de l'*acétone* $CH^3 - COCH^3$.

» 3° *Hydrogénation par l'amalgame d'aluminium, en solution neutre, à froid.*

— La réduction terminée, on sépare $Al^2(OH)^6$ et l'on termine l'opération comme ci-dessus. Les produits de réduction ont été le *propylglycol* et l'*acétone*.

» 4° *Hydrogénation par* NaHg *en solution alcaline.— A l'ébullition, cette réduction,* opérée dans les conditions de *milieu* où se trouvaient, pour l'*oxydation*, Breuer et Zincke lorsqu'ils transformèrent l'acétol en acide lactique, devait montrer si l'acétol subissait une tautomérisation et fournissait d'autres produits de réduction. Il n'en est rien; ici encore on a obtenu: *propylglycol* et *alcool isopropylique*.

» Tous ces résultats, fournis par l'acétol obtenu par le procédé Henry, ont été contrôlés par ceux auxquels conduit l'emploi de l'acétol de saponification.

» *Conclusions.* — L'acétol *libre,* en solutions *alcaline, neutre* ou *acide, froides* ou *chaudes*, existe, *au moins partiellement,* sous un état qui n'a pas la constitution représentée par la formule CH^3COCH^2OH, mais plutôt celle qui en ferait un alcool secondaire éther oxyde interne:

$$CH^3C(OH)\!-\!\!-\!\!-CH^2. \quad (\text{C et } CH^2 \text{ liés par } O)$$

L'hydrogénation de cet alcool éther oxyde se ferait alors de la façon suivante:

$$CH^3C(OH)-CH^2 \ (\text{pont } O) \nearrow CH^3C(OH)-CH^2OH \ (\diagdown H) \quad \text{propylglycol,}$$

$$\searrow CH^3C\overset{(OH)}{\text{———}}CH^3 \ (\diagdown OH) \quad \text{hydrate d'acétone:}$$

» L'hydrate d'acétone conduisant à l'acétone ou à son produit d'hydrogénation, l'alcool isopropylique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action des amines grasses sur le dibenzoate de méthylène*. Note de M. **Marcel Descudé**, présentée par M. A. Haller.

« J'ai montré [1] que l'ammoniaque réagit sur le dibenzoate de méthylène en donnant de la benzamide

$$\begin{matrix}C^6H^5-COO\\C^6H^5-COO\end{matrix}\!\!>CH^2 + 2AzH^3 = 2C^6H^5-COAzH^2 + CH^2\!\!<\!\begin{matrix}O\\ \ \end{matrix}\boxed{\begin{matrix}H\\OH\end{matrix}}.$$

---

(1) *Comptes rendus,* 26 octobre 1902.

» Cette réaction *principale* est accompagnée de deux réactions secondaires du fait de la mise en liberté d'*eau* et d'*aldéhyde formique*. Il en résulte du benzoate d'ammonium et de l'hexaméthylène-tétramine; de sorte qu'*il n'y a pas d'aldéhyde formique à l'état libre*.

» En substituant à l'ammoniac les *amines grasses*, la réaction s'effectue dans le même sens; les amines secondaires réagissent beaucoup moins facilement que les amines primaires; quant aux amines tertiaires, elles ne réagissent plus du tout, ce qui était à prévoir puisqu'elles ne renferment plus d'hydrogène ammoniacal.

» Les réactions qui se produisent sont les suivantes :

» *Amines primaires :*

$$\begin{matrix} C^6H^5-COO \\ C^6H^5-COO \end{matrix}\!\!>\!CH^2 + 2(R-AzH^2) = 2\left(C^6H^5-CO-Az\begin{matrix} \diagup R \\ \diagdown H \end{matrix}\right) + CH^2\begin{matrix} \diagup O \\ \diagdown \end{matrix}\boxed{\begin{matrix} O \\ OH \end{matrix}}.$$

» *Amines secondaires :*

$$\begin{matrix} C^6H^5-CO-O \\ C^6H^5-CO-O \end{matrix}\!\!>\!CH^2 + 2(R^2-AzH) = 2\left(C^6H^5-CO-Az\begin{matrix} \diagup R \\ \diagdown R \end{matrix}\right) + CH^2\begin{matrix} \diagup O \\ \diagdown \end{matrix}\boxed{\begin{matrix} H \\ OH \end{matrix}}.$$

» Il se forme en même temps du benzoate de l'amine employée. Quant à l'aldéhyde formique, on *la retrouve à l'état de liberté*.

» On obtient ainsi les dérivés *mono* et *dialkylés de la benzamide*. Ceux de ces corps qui correspondent aux méthylamines et aux éthylamines ont déjà été préparés, soit par M. Hallmann (1), soit par M. Van Romburgh (2), et il m'a été facile de les identifier avec les produits résultant des réactions précédentes. J'ai ensuite étendu la réaction à d'autres amines grasses, pour en montrer la généralité. Je me suis borné, d'ailleurs, au cas des *amines primaires*, qui conduisent à des composés très bien cristallisés, tandis que les dialkylbenzamides sont des liquides à points d'ébullition élevés et dont la séparation à l'état de pureté est difficile.

» *Propylamine.* — On opère en présence d'alcool et l'on met un excès d'amine : 1^{mol} de dibenzoate pour 3^{mol} d'amine. A froid et en agitant fréquemment, le dibenzoate finit par disparaître au bout de 3 ou 4 heures. A chaud, la réaction s'effectue en quelques minutes, et l'on reconnaît qu'elle est complète à ce que, par refroidissement, il ne se dépose pas de cristaux. On a alors une solution incolore, limpide, dont *une goutte réduit énergiquement l'azotate d'argent ammoniacal,* à chaud. Elle renferme de l'aldéhyde formique *en même temps qu'un excès d'amine.* Cette solution

---

(1) *Berichte,* t. IX, p. 846.

(2) *Recueil des Travaux chimiques des Pays-Bas,* t. IV, p. 387 et 390.

est évaporée à siccité, dans le vide, et le résidu solide est repris par l'eau froide qui dissout le benzoate de propylamine et laisse la *propylbenzamide*. Celle-ci est dissoute dans l'éther anhydre, qui l'abandonne, par évaporation très lente, sous forme de magnifiques octaèdres quadratiques. La propylbenzamide fond à 83°. Elle est très soluble dans l'alcool; assez soluble dans les divers dissolvants organiques; presque pas dans la ligroïne et dans l'eau.

» *Isobutylbenzamine.* — On opère exactement comme dans le cas précédent, et l'on observe les mêmes particularités. Lorsque la réaction est terminée, on évapore à une douce chaleur jusqu'à ce que la presque totalité de l'alcool ait été chassée. On reprend alors par un excès d'eau froide et il se sépare un liquide lourd qu'on décante. On le place dans le vide sur l'acide sulfurique et, après quelques jours, il se développe des cristaux très durs constitués par de l'*isobutylbenzamide*. Ces cristaux sont purifiés par cristallisation dans la ligroïne, qui en dissout beaucoup à chaud et très peu à froid. L'isobutylbenzamide se présente sous forme d'aiguilles brillantes fondant à 54°. Il est extrêmement soluble dans l'alcool et l'éther, presque insoluble dans l'eau.

» *Benzylamine.* — Même mode opératoire; la réaction terminée, on verse la solution dans l'eau froide. Il se sépare de la *benzylbenzamide* qu'on fait cristalliser soit dans la ligroïne, soit dans l'éther ou dans l'eau. Ces corps la dissolvent un peu à chaud et presque pas à froid. La benzylbenzamide est en fines aiguilles ou en paillettes, fondant à 104°-105°. Elle est très soluble dans l'alcool, l'acide acétique, etc.

» Les *benzoates d'amines* qui se forment en même temps que les alkylbenzamides ne semblent pas avoir été décrits et sont, pour la plupart, des corps bien cristallisés. Je les ai reproduits directement, et plusieurs d'entre eux peuvent s'obtenir aisément sous forme de gros prismes limpides appartenant au système monoclinique. Tels sont, en particulier, le benzoate *neutre* de dipropylamine $[C^6H^5 - COOAzH^2(C^3H^7)^2]$ et le benzoate *acide* de dibenzylamine,

$$C^6H^5 - COOAzH^2(CH^2 - C^6H^5)^2 + C^6H^5 - COOH.$$

» Ces composés, qui présentent certaines particularités intéressantes, seront décrits ultérieurement. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action des éthers halogénés sur le thiosulfocarbamate d'ammonium.* Note de M. **Marcel Delépine.**

» J'ai étudié antérieurement l'action des éthers halogénés sur les combinaisons sulfocarboniques des amines secondaires et primaires [1]. J'ar-

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 1416; t. CXXXIV, p. 108, 714 et 1121.

rive enfin à l'action de ces mêmes éthers sur la combinaison sulfocarbonique de l'ammoniaque ou thiosulfocarbamate d'ammonium

$$AzH^2.CS.SAzH^4.$$

» Une seule molécule de ces éthers conduit aux éthers thiosulfocarbamiques ou dithio-uréthanes non substitués à l'azote; une deuxième, aux sels des éthers imidodithiocarboniques également non substitués. Les réactions sont de tout point parallèles à celles décrites pour les amines primaires :

I. $AzH^2.CS.SAzH^4 + RX = AzH^2.CS.SR + AzH^4.X;$

II. $AzH^2.CS.SR + R'X = AzH{:}C(SR)(SR'),HX.$

» Jusqu'ici on n'avait préparé que deux des premières combinaisons en fixant l'hydrogène sulfuré sur les éthers sulfocyaniques, suivant une réaction effectuée, en 1863, par Jeanjean, de Montpellier :

$$H^2S + Az{\equiv}CS.R = AzH^2.CS.SR.$$

» Le même auteur avait signalé l'existence de la deuxième réaction, mais sans établir la formule des produits, n'ayant émis que l'opinion qu'ils étaient sans doute de la nature des sulfines (1).

» 1° J'ai préparé par mon procédé les dithio-uréthanes :

$AzH^2.CS.SCH^3$......	fus. à 40°-42°	$AzH^2CS.SCH(CH^3)^2$..........	fus. à 97°
» C^2H^5.....	» 42°	» $CH^2.C^6H^5$..........	» 90°
» $CH^2.C^2H^5$.	» 58°	» $CH^2.C^6H^4(AzO^2)_{(p)}$.	» 135°

» Ce sont des substances bien cristallisées, insolubles dans l'eau, mais très solubles dans l'éther, l'alcool, le benzène, le chloroforme, moins dans l'éther de pétrole. Elles ne distillent pas, mais se décomposent en donnant un peu d'hydrogène sulfuré et d'éther sulfocyanique, davantage de sulfure de carbone et surtout de mercaptan.

» Comme l'a indiqué Jeanjean, les alcalis les dédoublent en mercaptan et sulfocyanate; il en est de même des amines.

» Les anhydrides et les chlorures d'acides les transforment en dérivés acidylés identiques à ceux que l'on obtient en fixant les acides thioliques sur les éthers sulfocyaniques d'après une réaction découverte par Chanlaroff (2). Exemple :

$$AzH^2.CS.SCH^3 + (CH^3CO)^2O = CH^3CO.AzH.CS.SCH^3 + CH^3CO^2H;$$
$$Az{\equiv}CSCH^3 + CH^3CO.SH = CH^3CO.AzH.CS.SCH^3$$

(1) *Acad. de Montpellier*, t. XII, p. 26.
(2) *D. chem. G.*, t. XV, p. 1987.

ou

$$C^2H^3O.Az:C(SH)(SCH^3).$$

» Ces dérivés acidylés ne s'unissent pas à l'iodure de méthyle.

» 2° Les sels des éthers imidodithiocarboniques s'obtiennent facilement en opposant un éther halogéné à la dithio-uréthane dissoute dans un liquide indifférent. J'ai préparé les iodhydrates de $AzH:C(SCH^3)^2$; $AzH:C(SC^2H^5)^2$; $AzH:C(SCH^3)(SCH^2.C^6H^5)$. Ce sont des sels incolores, jaunissant à l'air, fondant mal, présentant vis-à-vis du tournesol et de la phtaléine une acidité égale à celle de tout l'hydracide qu'ils contiennent.

» Les alcalis fixes et l'ammoniaque séparent de ces sels des bases liquides, incolores, d'une odeur indéfinissable, désagréable, tenant du mercaptan, de l'acide cyanhydrique et du chloroforme; ces bases sont insolubles dans l'eau, solubles dans l'éther, l'alcool, le chloroforme. Elles sont instables et sous ce rapport diffèrent beaucoup des éthers imidodithiocarboniques substitués à l'azote.

» Chauffées, elles se scindent en mercaptan et éther sulfocyanique,

$$AzH:C(SR)(SR') = Az \equiv C(SR) + HS.R'.$$

» Avec le premier terme, l'éther sulfocyanique se trimérise en éther sulfocyanurique; avec le dérivé méthylbenzylique, on constate que c'est le sulfocyanate de benzyle qui se forme et non celui de méthyle.

» Si, lors de la séparation de la base par un alcali fixe, on laisse le contact se prolonger avec un excès d'alcali, le sulfocyanure subit la décomposition bien connue en bisulfure, cyanure, cyanate et mercaptan, de sorte que les dérivés diméthyl- et diéthylique fournissent des liquides exempts d'azote, bouillant à 110° et à 154°. Cette réaction explique pourquoi l'on observe une coloration rouge intense si l'on ajoute un alcali aux picrates de ces éthers; il y a, en effet, coexistence d'un cyanure et d'acide picrique.

» Les solutions aqueuses des sels, chauffées à 100° et même moins, se troublent rapidement; il y a une décomposition d'une remarquable netteté en iodure d'ammonium et éther dithiocarbonique; exemple :

$$AzH:C(SC^2H^5)^2, HI + H^2O = AzH^4I + CO(SC^2H^5)^2.$$

» (Cette réaction, entre parenthèses, se produit avec la même netteté avec les sels des éthers alkylimidodithiocarboniques; toutefois, un peu plus lentement.)

» L'anhydride acétique attaque aussi ces sels; il en chasse l'iodure alcoolique de poids moléculaire le plus élevé et laisse une acidyldithio-uréthane :

$$AzH:C(SR)(SR'), HI + (CH^3CO)^2O = CH^3CO.AzH.CS.SR + R'I + CH^3CO^2H.$$

» Cela explique pourquoi les iodures alcooliques ne réagissent pas sur les acidyldithio-uréthanes; c'est la réaction inverse qui a lieu.

» Enfin, la nature base secondaire des éthers imidodithiocarboniques dérivés de l'ammoniaque se révèle facilement en faisant réagir l'azotite de sodium sur une solution chlorhydrique de ces éthers; il se forme un dérivé nitrosé de couleur bleue intense, soluble dans divers véhicules qu'il colore fortement. Ces dérivés nitrosés sont malheureusement très instables.

» Tous les faits ci-dessus concordent avec les formules adoptées et montrent ainsi la généralisation des réactions qui ont été exposées dans les Notes antérieures rappelées au début. Les détails expérimentaux seront publiés plus longuement au *Bulletin de la Société chimique* [1]. »

ZOOLOGIE. — *Sur la faune ichthyologique des eaux douces de Bornéo.* Note de M. **Léon Vaillant**, présentée par M. Edmond Perrier.

« Les travaux de MM. Max Weber, Boulenger, Steindachner, ont beaucoup étendu nos connaissances en ce qui concerne les Poissons dulçaquicoles de Bornéo, depuis l'époque à laquelle je présentais quelques considérations sur ce sujet à l'Académie [2]. C'est toutefois dans ces derniers temps que les matériaux d'étude ont été accumulés dans des proportions considérables à la suite des recherches faites par MM. Büttikofer, Nieuwenhuis et Moret, membres de la Mission envoyée dans la grande île par la Société pour l'encouragement à l'exploration scientifique des Colonies néerlandaises, et spécialement chargés de ce qui concernait les recherches zoologiques.

» Ces voyageurs ont exploré le cours entier du Kapoeas, puis, passant la ligne de faîte, l'un deux gagna sur le versant opposé le Bloeoe, affluent du haut Mahakam, fleuve qu'il descendit dans toute son étendue, traversant ainsi Bornéo de l'ouest à l'est.

» Les collections ichthyologiques rapportées au Musée de Leyde et que j'ai pu étudier grâce à l'obligeance de M. le professeur Jentink, comprennent plus de sept cents individus, représentant environ cent-cinquante espèces. Vingt et une de celles-ci seraient nouvelles, dont quatre types de genres spéciaux : *Pseudolais tetranema*, *Sosia chamœleon*, *Gyrinocheilus pustulosus*, *Parhomaloptera obscura;* les deux premières appartiennent à la famille des *Siluridæ*, les deux autres à celles des *Cyprinidæ*.

» Parmi les résultats zoologiques que nous fournissent ces collections,

(1) Pendant que j'achevais ces recherches, M. Braun a publié un article sur les dithio-uréthanes dans les *Berichte* du 25 octobre 1902. Pour ce qui est des divers types de dithio-uréthanes, je rappellerai que j'ai exposé verbalement leur préparation et leurs propriétés fondamentales dans une Communication à la Société chimique, le 23 février 1902 (Cf. *Bull. Soc. chim.*, 1902, t. XXVII, p. 228).

(2) *Comptes rendus,* t. CXVIII, 22 janvier 1894, p. 202.

je crois devoir citer la découverte d'une seconde espèce du genre critique *Aperioptus,* très imparfaitement décrit en 1848 par Richardson et dont les rapports, quoique exactement entrevus par M. Günther, étaient restés douteux. L'*Aperioptus megalomycter* nous montre que l'orifice buccal n'est pas entouré de lambeaux cutanés, comme l'indiquait le dessin, seul document qui fût resté de l'espèce typique, mais constitue une véritable trompe protactile en cône tronqué, qu'on peut comparer à celle de l'Esturgeon.

» En ayant égard aux espèces découvertes ou décrites depuis 1893, comme habitant les eaux douces du Bornéo, et y joignant ce que nous apportent ces nouvelles collections, aux trois cent vingt-deux espèces relevées à cette époque dans le Mémoire paru aux *Nouvelles Archives du Muséum,* s'en ajoutent soixante-trois réparties en dix familles. Deux de celles-ci seulement méritent d'être citées comme importantes : ce sont, on pouvait s'y attendre, celle des *Siluridæ* avec vingt et une, celle des *Cyprinidæ* avec trente-deux espèces.

» L'intérêt de ces nouvelles acquisitions est surtout de nous faire connaître la faune dulçaquicole de points sur lesquels les renseignements étaient très peu complets. Il suffira, pour s'en convaincre, de jeter les yeux sur le Tableau ci-dessous. Reprenant la division purement topographique proposée dans le précédent travail et établie d'après les principaux bassins, l'île y est partagée en cinq régions; pour chacune, le nombre des espèces qui nous était connu en 1893 et celui qui nous est connu aujourd'hui sont les suivants :

	Régions				
	ouest.	sud-est.	est.	nord.	nord-ouest.
1893........	230	179	2	7	29
1902........	263	179	33	18	63

» Les conclusions données précédemment se trouvent d'ailleurs pleinement confirmées. La faune dulçaquicole de Bornéo, en premier lieu, se montre dans son ensemble essentiellement homogène, les recherches faites par M. Nieuwenhuis dans le haut Mahakam, jusqu'ici complètement inexploré, justifient cette proposition, aussi bien que les travaux de M. Boulenger et de M. Steindachner portant sur les parties nord et nord-ouest. Cette faune dulçaquicole d'un autre côté offre les plus grandes analogies avec la faune indo-chinoise. Ces deux points peuvent être regardés comme définitivement acquis.

» La richesse des collections rapportées par l'Expédition néerlandaise, le soin avec lequel ont été prises les localités m'ont permis de tenter l'étude de la répartition des espèces de Poissons suivant la hauteur de leur habitat dans les cours d'eau. Pour ces recherches potamhypsologiques il est rare en effet de réunir des éléments de telle valeur dans des fleuves aussi importants que le Kapoeas et le Mahakam, encore voisins de l'état de nature, au moins dans leurs parties hautes. Dans celui-là des pêches ont été faites en des points variés sur toute la hauteur du fleuve; pour le Mahakam, seulement dans les parties hautes et le cours moyen, ce qui présentait d'ailleurs le plus d'intérêt, les recherches anciennes de Bleeker nous fournissant quelques données sur la faune de son embouchure.

» Toutes réserves faites sur ce que des recherches ultérieures pourront ajouter à nos connaissances évidemment encore très incomplètes, la répartition des espèces indique une grande homogénéité, que trouble seulement dans le bas fleuve la présence de quelques espèces marines, dans le haut fleuve la prépondérance relative de certains groupes. La famille des *Cyprinidæ,* de beaucoup la plus importante, puisqu'elle ne comprend pas moins de 40 à 50 pour 100 du nombre total des espèces, donne sur ce dernier point des indications démonstratives. A l'embouchure du Kapoeas on en rencontre neuf espèces, dont sept *Cyprinina* et deux *Cobitidina.* Ces deux sections sont représentées dans le cours moyen par vingt-deux espèces pour la première, six pour la seconde. Dans le haut fleuve les chiffres respectifs sont trente-deux et quatre, mais là s'ajoutent quatre espèces de la section des *Homalopterina.* L'organisation de ces derniers Cyprinides, munis de nageoires paires disposées, d'habitude avec la bouche et les parties inférieures du corps, de manière à constituer un puissant organe d'adhérence, qui leur permet de se fixer au sol, parfois d'y ramper à la manière des Limaces (*Gastromyzon*), explique leur présence dans ces parties souvent torrentielles du cours d'eau. Les observations faites sur le Mahakam concordent avec les précédentes; pour le haut fleuve les trois sections se trouvent représentées par six *Cyprinina,* quatre *Homalopterina* et quatre *Cobitidina;* pour le cours moyen la section intermédiaire fait défaut, les deux autres comptent celle-là six, celle-ci deux espèces, dans les collections recueillies.

» L'étude de quelques-uns de ces Poissons confirme d'une manière frappante et dans des conditions spéciales les rapports reconnus avec la faune indienne. Parmi les espèces indiquées comme nouvelles dans les collections du Musée de Leyde, trois entre autres : *Glyptosternon Nieu-*

wenhuisi, Homaloptera orthogoniata, Nemachilus obesus, nous offrent des types remarquablement voisins des *Glyptosternon dorsalis* Vinciguerra, *Homaloptera bilineata* Blyth, *Nemachilus Evezardi* Day, de l'Inde et de Birmanie. Trouvées dans les parties élevées des fleuves, on doit les considérer comme espèces représentatives d'une faune d'altitude alpine [1]. »

ZOOLOGIE. — *Sur les Poissons du genre Chondrostome dans les eaux douces de la France.* Note de M. **Louis Roule**, présentée par M. Edmond Perrier.

« Les Chondrostomes, parmi les Cyprinides de nos pays, sont dignes de remarque à plusieurs titres. Le caractère principal du genre, qui lui a valu son nom, lui est donné d'après la nature des lèvres buccales, résistantes et dures au lieu d'êtres molles. On les trouve dans la plupart des cours d'eau, et les auteurs les signalent souvent, mais ils ne s'entendent point sur le nombre des espèces qu'ils leur attribuent. Les uns, à l'exemple de Blanchard (*Les Poissons des eaux douces de France*) distinguent en eux trois et même quatre espèces; d'autres n'en signalent qu'une. Cette dernière opinion semble prédominer aujourd'hui. Un travail récent (Belloc, *Bulletin de la Société centrale d'Aquiculture et de Pêche,* 1898) ne mentionne qu'une seule espèce, *Chondrostoma nasus* L. dite *Nase* ou *Hotu*. Pareil avis ne concorde guère, cependant, avec les assertions des pêcheurs et des anciens auteurs. Les premiers estiment que le Nase est en France d'importation récente. Venu d'Allemagne, voici un demi-siècle au plus, il gagne tous les bassins de proche en proche, grâce aux canaux de communication, et il étend progressivement son aire de distribution géographique à notre pays entier. D'autre part les seconds, à en juger d'après leurs descriptions, connaissaient le Chondrostome. Ce Poisson serait donc indigène, et non pas récemment importé. Du reste, plusieurs des termes locaux qui servent à le désigner dans le Midi appartiennent à de vieux patois; à moins d'admettre un changement d'acception, ce fait contribue à rendre la seconde assertion plus plausible.

» La difficulté de se prononcer d'après les données acquises m'a engagé à étudier directement la question. Mes observations conduisent à admettre la coexistence, dans notre pays, de deux types principaux, appartenant à

(1) Le travail doit être publié dans les *Notes from the Leyden Museum*.

ce genre. L'un est indigène, l'autre est importé. Les auteurs se sont basés souvent, pour distinguer entre les espèces des Chondrostomes, sur des caractères qui ne sauraient être invoqués désormais, car ils manquent de précision.

» La forme du corps, et surtout le nombre des dents pharyngiennes, sont sujets à trop de variations. Les différences essentielles doivent se déduire, à mon avis, de la forme de la bouche, et des dimensions de l'espace prébuccal. Dans le type importé, la bouche est presque rectiligne, ou à peine arquée; si l'on joint les deux commissures buccales par une ligne droite représentant la corde de l'arc que décrit la bouche, la flèche de cet arc mesure à peine le septième ou le huitième de la corde; de plus, l'espace prébuccal compte plus du tiers de l'espace préorbitaire. Dans le type indigène, la bouche est franchement arquée; la flèche égale plus du tiers et moins de la moitié de la corde; quant à l'espace prébuccal, plus petit, il mesure le quart en moyenne de l'espace préorbitaire.

» La forme importée correspond vraiment au *Chondrostoma nasus* L. des auteurs allemands. Il a pénétré, en France, par le bassin du Rhin, dans ceux de la Seine et du Rhône; il commence, depuis plusieurs années, à entrer dans celui de la Loire; il ne va pas encore plus loin. Tous les individus que j'ai eu l'occasion d'étudier, venus de diverses localités, se ressemblaient et ressemblaient également au type de l'Europe centrale. Tel n'est point le cas de la forme indigène. Limitée au midi de la France, aux deux seuls bassins de la Garonne et du Rhône, car elle manque à celui de l'Adour, elle se différencie en plusieurs variétés, deux au moins, dont Blanchard (*loc. cit.*) avait fait des espèces distinctes. Dans la réalité, cette forme doit être rapportée au *Chondrostoma Genei* Bonaparte, comme plusieurs naturalistes, Siebold et Günther notamment, l'ont déjà reconnu par l'une de ses variétés, le *Ch. rhodanensis* de Blanchard.

» L'étude comparative de ces deux espèces m'a permis de faire quelques observations complémentaires qui intéressent la Biologie générale. L'une réside dans l'opposition curieuse qui s'établit entre ces deux types au sujet de leur habitat. Les conditions extérieures étant identiques, le *Ch. nasus* progresse sans arrêt, alors que le *Ch. Genei* demeure dans ses anciennes limites et ne les franchit point. La première espèce, introduite chez nous depuis peu de temps, conserve encore son unité, alors que la seconde, établie depuis une époque plus reculée, s'est subdivisée, suivant les bassins, en variétés que l'on peut considérer comme autant d'espèces commençantes. Enfin, l'extension progressive du Nase entraîne des conséquences dignes de remarques. Ce Poisson, dès son arrivée dans une rivière,

pullule, souvent de façon telle, en peu d'années, que les autres espèces de Cyprinidées, ayant les mêmes habitudes que lui, diminuent fortement et lui laissent prendre la prépondérance. Plus tard, elles regagnent une part du terrain perdu, le Nase diminuant à son tour; mais elles ne reviennent point à leur ancienne abondance, du moins dans la plupart des cas. En somme, le nouveau venu s'établit, non pas en supplément, mais au détriment des Poissons indigènes. Comme les qualités de sa chair ne valent point celle de ces derniers, le rendement des cours d'eau où ce fait se produit, et ils sont nombreux, subit une dépréciation notable. La chose est à retenir, car elle n'est point particulière au Nase et se manifeste toutes les fois qu'une nouvelle espèce, importée naturellement ou acclimatée par l'homme, s'installe dans les eaux douces. L'acclimatation s'accomplit presque toujours aux dépens des anciennes espèces; aussi faut-il examiner au préalable, dans chaque cas, si son avantage est supérieur à ses inconvénients. Souvent la réponse sera-t-elle négative. Mieux vaut améliorer les poissons indigènes et veiller à leur conservation qu'introduire des espèces exotiques. Les conditions biologiques, propres au milieu des eaux, donnent à l'acclimatation un caractère spécial, dont le milieu terrestre, plus aisément surveillé par l'homme, est dépourvu. »

ZOOLOGIE. — *Variations morphologiques et anatomiques présentées par le gésier chez quelques Coléoptères* (¹). Note de M. L. **Bordas**, présentée par M. Edmond Perrier.

« Le *gésier* atteint un développement considérable chez les *Carabides* et les *Dytiscides*. La présence de bourrelets triangulaires, de denticules couverts de plaques chitineuses portant de longues soies cornées, indique qu'il a pour fonction d'aider à la trituration des substances alimentaires et aussi de les filtrer avant leur passage dans l'intestin moyen. Les descriptions relatées dans la présente Note se rapportent à divers Carabes (*Carabus purpurescens* Fabr., *C. auratus* L., *C. nemoralis* Illig.), au *Calosoma sycophanta* L. et au *Procrustes coriaceus* L.

» Le *gésier* des *Carabus auratus* et *C. nemoralis* présente une forme à peu près cylindrique ou légèrement ovoïde. Il se continue directement en avant avec l'œsophage, et se rattache en arrière, par un court pédoncule, à l'intestin moyen.

(¹) Extrait d'un travail, actuellement en préparation, intitulé : *Recherches anatomiques et physiologiques sur l'appareil digestif des Coléoptères.*

» La face antérieure de l'organe est à peu près plane et présente, en son milieu, une ouverture en forme de croix de Malte, très caractéristique. Aux quatre extrémités des bras de la croix existent de petits bourrelets, à pointe dirigée intérieurement, que nous avons désignés sous le nom de *denticules*. Entre ces derniers se trouvent de larges plaques chitineuses de forme triangulaire se prolongeant dans l'intérieur du gésier et appelées *dents*. La musculature du gésier est puissante.

» La face supérieure de chaque dent est légèrement convexe et son bord externe recourbé. Ce dernier se continue avec la membrane du jabot, après avoir effectué une petite inflexion en arrière. L'ensemble de ces courbures constitue un petit repli annulaire postérieur, entourant l'origine du gésier. Le bord interne des dents et celui des denticules sont garnis de longues soies cornées, à pointe recourbée en arrière. Ces soies, s'entrecroisant en tous sens, jouent le rôle de filtre et arrêtent, au passage, les corps trop volumineux ou incomplètement broyés. De plus, les dents constituent un appareil broyeur très compliqué, d'où le nom d'*organe masticateur* sous lequel on peut encore désigner le gésier. L'épaisse couche de muscles circulaires qui l'entoure, par ses contractions énergiques, rapproche ou écarte les dents et les denticules, de façon à rétrécir ou élargir ainsi sa cavité.

» Les dents et les denticules ne sont pas uniquement constituées par une masse compacte de substance chitineuse, mais bien par un petit épaississement lamelleux, de couleur brunâtre, sur lequel sont implantées d'innombrables soies cornées, de taille et de forme diverses.

» Les *dents,* au nombre de quatre, alternent avec les denticules. Elles affectent la forme d'une pyramide triangulaire dont la base, légèrement bombée, est tournée vers la cavité du jabot, et les faces latérales, plus ou moins inclinées, forment un angle dièdre interne, placé un peu en dehors de l'axe du gésier. Quant à la face externe, légèrement convexe, elle est directement appliquée contre la puissante musculature de l'organe. A l'état de repos, les bords internes des dents et des denticules sont parallèles et ont une direction à peu près rectiligne ne laissant entre eux qu'une fente, irrégulière et étroite, en forme de croix. Un peu en arrière, la cavité du gésier s'élargit et présente un orifice, à bords sinueux, établissant une communication avec l'intestin moyen.

» Chaque dent est recouverte d'une lamelle chitineuse qui tapisse les deux parois latérales du prisme, constitue la plaque basilaire et se continue avec l'intima interne du jabot. C'est sur le bord de cette plaque que sont implantées d'innombrables soies chitineuses, formant d'abord une couronne supérieure qui se continue, sur les faces latérales, en une toison compacte. La dent se termine, vers le tiers postérieur du gésier, par une pointe conique mousse, suivie d'un repli interne, continué par un bourrelet plissé aboutissant à l'orifice antérieur de l'intestin moyen.

» Toute la masse comprise entre les faces latérales des dents est occupée par un massif musculaire que nous avons étudié au point de vue histologique.

» Les *denticules,* au nombre de quatre, sont situées aux extrémités des bras de la fente cruciale, constituant l'orifice du gésier. Elles sont moins longues et plus aplaties que les dents et affectent, comme ces dernières, une forme de prisme triangulaire. La lamelle chitineuse recouvrante présente la même disposition que celle des dents et est également recouverte d'une abondante touffe de soies cornées. Ces soies forment, vers

le milieu de l'organe, deux bandelettes transversales de teinte noirâtre. En arrière, sont disposés de puissants faisceaux musculaires longitudinaux.

» L'orifice postérieur du gésier est muni d'une valvule à bords frangés.

» *Observations physiologiques.* — Il nous a été donné, maintes fois, au cours de nombreuses vivisections, faites sur des Procrustes ou de gros Carabes, d'observer certaines fonctions physiologiques du gésier, fonctions qui s'exercent concurremment avec celles du jabot.

» Fréquemment l'intestin antérieur est rempli d'une matière noirâtre, plus ou moins liquide, provenant des substances alimentaires ingérées. Quand l'animal est récemment ouvert, on voit parfois le gésier animé de contractions rythmiques, s'effectuant à intervalles à peu près égaux.

» Les gros muscles circulaires du gésier se contractent, d'arrière en avant, à partir de l'intestin moyen. Le contenu de l'organe est brassé énergiquement et poussé dans le jabot, qui se dilate sous l'afflux du courant semi-liquide. Le jabot se contracte à son tour par une série d'ondulations vermiformes qui se poursuivent fort en avant, jusqu'au milieu de l'œsophage. Le contenu intestinal, chassé incomplètement du gésier, y revient brusquement, par suite de la dilatation de ce dernier, et le retour est même si rapide que l'organe paraît toujours en partie gonflé.

» Les mêmes contractions réapparaissent et se poursuivent vers l'avant, rapprochant les dents et les denticules et soumettant ainsi la bouillie intestinale à une trituration complémentaire. Elles durent parfois plusieurs heures. Mais, peu à peu, ces contractions deviennent plus lentes, moins énergiques et, quand les matières sont suffisamment triturées et malaxées, on voit, de temps à autre, de petites contractions se produire en sens inverse des premières et certaines portions de la bouillie alimentaire franchir la valvule postérieure du gésier et passer par saccades dans l'intestin moyen. »

ZOOLOGIE. — *Sur les Annélides polychètes d'eau douce.* Note de M. Ch. Gravier, présentée par M. Edmond Perrier.

« C'est dans les mers qui ont couvert autrefois toute la surface de la terre que se sont développés les premiers êtres vivants. Certains groupes zoologiques sont restés localisés dans leur milieu d'origine, mais la plupart d'entre eux ont fourni des formes qui se sont acclimatées à l'eau douce ou à la vie terrestre. Jusqu'à une époque relativement récente, les Annélides

polychètes ont été considérées comme faisant partie de la première catégorie, c'est-à-dire comme des animaux essentiellement marins. On connaît maintenant un certain nombre de Polychètes adaptés complètement à l'existence dans l'eau douce; ces Annélides se rapportent à quatre familles distinctes, celles des Néréidiens, des Euniciens, des Capitelliens et des Serpuliens.

» Parmi les *Néréidiens*, c'est le genre *Lycastis* Audouin et M. Edwards qui paraît le mieux s'accommoder des degrés de salure les plus divers. C'est ainsi qu'une espèce de la Guyane que j'ai fait connaître récemment ([1]), le *Lycastis ouanaryensis* Gravier, vit à la fois en milieu saumâtre, en compagnie de tarets, dans la mer, sur les côtes (Guyane française), où l'on peut la recueillir sous les pierres, à marée basse, et dans l'eau complètement douce, dans les criques du haut Ouanary (petit fleuve qui se jette dans la baie de l'Oyapok), ou dans les ruisseaux des marais de la région. J'ai pu examiner deux femelles remplies d'ovules voisins de l'état de maturité; elles ne présentaient aucune transformation ni dans le prostomium, ni dans les parapodes tout gonflés par les éléments sexuels; il ne paraît donc pas y avoir de phénomènes d'épigamie.

» La présence de ces formes sexuées en eau douce indique d'ailleurs que l'espèce est parfaitement acclimatée dans ce milieu. On sait, en effet, que lorsque des animaux marins, qui peuvent s'adapter à l'eau douce, sont trop brusquement amenés dans ce liquide, ils ne forment ni œufs ni spermatozoïdes, et même résorbent ceux qu'ils possédaient avant l'expérience. Il serait désirable d'observer un grand nombre d'individus, avec des éléments génitaux à divers degrés de développement, pour voir si les deux sexes sont absolument séparés. Il y aurait également intérêt à étudier l'influence du changement de milieu sur le développement de ces animaux. Le passage de la vie marine à l'existence dans l'eau douce ou sur la terre s'accompagne toujours d'une tachygenèse ou accélération embryogénique plus ou moins intense. En tout cas, la transformation épigamique paraît ici supprimée.

» On ne connaît actuellement qu'un *Eunicien* d'eau douce : c'est un *Lumbriconereis* (sp.?) qui a été trouvé par J. Kennel dans le fleuve Ortoire, à la Trinité.

» Le seul *Capitellien* d'eau douce qui ait été mentionné jusqu'ici est l'*Eisigella ouanaryensis* Gravier, qui a été recueilli dans les ruisseaux d'eau douce des marais du Ouanary. G. Ferronnière, en plongeant directement dans l'eau douce le *Capitella capitata* Fabricius, constata que ces animaux mouraient au bout de quelques minutes. Or, H. Eisig a réussi à faire vivre la même espèce dans de l'eau de mer de plus en plus diluée, à les conserver pendant 4 mois, dans un mélange contenant finalement 400^{vol} d'eau de mer pour 1000^{vol} d'eau douce, le poids spécifique s'abaissant de 1,034 à 1,0088.

» Parmi les *Serpuliens*, la tribu des Sabellides ne compte pas moins de quatre espèces réparties en trois genres, adaptées à l'eau douce : *Manayunkia speciosa* Leidy,

([1]) Ch. Gravier, *Sur trois nouveaux Polychètes d'eau douce de la Guyane française* (*Bull. de la Soc. d'Hist. natur. d'Autun*, t. XIV, 1901, p. 353-372).

Caobangia Billeti Giard, *Dybowscella Godlewskii* et *Dybowscella baicalensis* J. Nusbaum.

» Les Polychètes d'eau douce, relativement très rares, présentent un intérêt exceptionnel, au point de vue de l'étude du mécanisme du passage de la vie en milieu salin à la vie dans l'eau douce, et du retentissement de ce changement d'ambiance sur tout l'organisme (développement avec ou sans métamorphoses, sexualité, etc.).

» Un grand nombre de naturalistes ont recherché la cause de la mort et observé les phénomènes qui la précèdent chez les animaux marins que l'on immerge dans l'eau douce et réciproquement; ils ont montré l'influence, à ce point de vue, de la température du milieu, de la taille et de l'état physiologique des individus soumis à l'expérience. Les phénomènes osmotiques auxquels donnent lieu les changements de milieu exercent une action directe sur le sang, tant sur le plasma que sur les éléments figurés; lorsque cette action est brusque et violente, la nutrition générale est arrêtée soudainement et la mort est presque immédiate. Mais si les modifications sont réalisées peu à peu, les hématies peuvent acquérir une certaine résistance; il se produit une accoutumance qui permet à l'animal de vivre dans un milieu défavorable à l'origine, et l'immunité ainsi acquise n'est peut-être pas sans analogie avec celles que peuvent conférer des inoculations appropriées contre les toxines microbiennes.

» J. Gogorza y Gonzàlez observant, comme ses devanciers et notamment comme Paul Bert, que la résistance d'un animal marin plongé dans l'eau douce est plus grande quand la température s'abaisse, pense qu'il est vraisemblable d'admettre que l'adaptation des animaux marins à l'eau douce s'est faite de préférence aux époques de refroidissement du globe terrestre. Cette hypothèse ne paraît guère plausible, d'après ce que nous voyons se produire actuellement dans l'Amérique tropicale, où la température est constamment élevée et où une même espèce, le *Lycastis ouanaryensis* Gravier, s'accommode aussi bien de l'eau de mer que de l'eau douce et de tous les intermédiaires.

» L'histoire de ces Annélides polychètes d'eau douce peut jeter quelque lumière sur l'origine des Oligochètes qui se relient probablement aux Polychètes par plusieurs phylums distincts. H. Eisig a d'ailleurs montré que la séparation des deux groupes de Chétopodes n'est rien moins qu'absolue. »

ZOOLOGIE. — *L'excrétion chez les Cirripèdes.* Note de M. L. BRUNTZ, présentée par M. Y. Delage.

« La méthode des injections physiologiques m'a donné, sur les organes excréteurs des Crustacés supérieurs, quelques résultats intéressants rapportés dans une Note précédente (1). J'ai appliqué la même méthode au groupe des Cirripèdes pendant mon séjour au laboratoire de Roscoff, où j'ai étudié les formes :

» *Thoraciques :* 1° Pédonculés : *Lepas anatifera* L., *Pollicipes cornucopiæ* Leach; 2° Operculés : *Balanus tintinabulum* chenu;

» *Rhizocéphales : Sacculina Carcini* Thomps.

» Chez les premiers, j'ai reconnu trois organes excréteurs :

» 1° Le rein maxillaire;

» 2° Un organe céphalique clos;

» 3° Une des glandes annexes du tube digestif (glande brune de Nusbaum).

» 1° *Rein maxillaire.* — Connu déjà par Darwin et Hoeck, c'est seulement Nusbaum qui lui donne son nom. Les descriptions que nous en possédons sont de Koehler et Gruvel. Tous s'accordent à reconnaître dans l'organe rénal un sac clos; les deux derniers auteurs concluent même à la présence d'un rein d'accumulation. Tous aussi ont considéré les deux grandes lacunes qui bordent intérieurement le rein comme des parties de la cavité générale; chacune communiquant, ce qui est vrai, directement avec l'extérieur par un fin canal débouchant sur la dernière des pièces buccales. Ma méthode m'a facilité l'étude de cet organe, le carminate d'ammoniaque est éliminé par l'épithélium rénal; de ce fait il a une belle teinte rose qui en délimite nettement les contours sur les coupes et permet d'en étudier facilement les relations. Ces cellules sécrètent des boules qui tombent dans la cavité du sac rénal, ce qui prouve qu'il ne peut être question de rein d'accumulation.

» Ces boules sont naturellement colorées en rouge par le carmin éliminé. Nous les retrouvons dans les lacunes que les auteurs appelaient *cavité générale* et que désormais j'appellerai *labyrinthe* par analogie avec les reins antennaires et maxillaires des Crustacés supérieurs. C'était donc la meilleure preuve qu'une communication existait entre le rein, qui devenait comparable à un saccule, et le labyrinthe. Sur des coupes rigoureusement sériées, nous avons constaté la présence de cet orifice du côté interne de la grande corne dorsale. Tout autour, les cellules épithéliales sont plus petites et n'éliminent plus le carmin. J'ai eu la chance de trouver dans mes préparations une boule excrétée qui traversait l'orifice.

---

(1) L. BRUNTZ, *L'excrétion chez les Crustacés supérieurs* (*Comptes rendus*, 13 octobre 1902).

» 2° *Organe céphalique clos.* — Cet organe élimine le carminate. Il est composé de deux amas de cellules situés symétriquement dans la partie céphalique, au-dessus du niveau des pièces buccales, à l'endroit même où le manteau se rattache au corps. Ils ont une forme lenticulaire, sont placés dans le tissu conjonctif entre l'épithélium cuticulaire et de gros diverticules de la glande blanche de Nusbaum. Les cellules qui le constituent sont nombreuses, très grosses, plus ou moins régulières, munies d'une membrane et possédant toutes de trois à cinq petits noyaux sphériques. Le cytoplasme granuleux contient le carmin précipité uniformément dans sa masse. Je n'ai pas trouvé mention de cet organe dans la littérature.

» 3° *Glande hépatique.* — Après injection de couleurs d'aniline dans le pédoncule de *Lepas,* on retrouve après élimination la matière colorante dans le tube digestif, où elle colore les matières qu'il contient. La même couleur se retrouve aussi dans beaucoup de cellules de la glande brune de Nusbaum, glande hépatique de Gruvel, ce qui semblerait indiquer qu'elles ne sont fonctionnelles que par groupes. Le pigment qu'elles contiennent est peut-être le produit d'excrétion normal.

» Quant aux Rizocéphales, M. Y. Delage [1], dans sa belle étude anatomique et physiologique de la Sacculine, dit qu'il n'existe pas d'organe excréteur différencié, mais il pense que les parties légèrement différenciées de l'extrémité des racines, les follicules lagéniformes, peuvent jouir de cette fonction. Mes expériences ne confirment pas cette supposition. Les matières colorantes semblent s'éliminer par osmose à travers la surface entière des racines, car jamais nous n'avons pu constater que les follicules lagéniformes soient devenus plus colorés que d'autres parties, et cela même après élimination presque totale, ce qui cependant n'eût pas manqué d'avoir lieu si ces parties avaient eu pour rôle de soutirer, pour les éliminer, les matières colorantes injectées. J'ai eu l'occasion de montrer que le produit éliminé était une base analogue à la méthylamine [2]. »

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Application d'un caractère d'ordre éthologique à la classification naturelle.* Note de M. L. **Matruchot**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« On sait, depuis les recherches de Brefeld et de Van Tieghem, que les *Piptocephalis* (qu'on rencontre dans la nature, vivant en parasites sur des

---

(1) Y. Delage, *Évolution de la Sacculine* (*Arch. de Zoologie expérimentale,* 2e série, t. II, 1895).

(2) L. Bruntz et J. Gautrelet, *Étude comparée des liquides organiques de la Sacculine et du Crabe* (*Comptes rendus,* 18 août 1902).

Mucorinées) sont *nécessairement parasites;* que, de plus, leur parasitisme ne s'exerce qu'aux dépens de certaines Mucorinées, à savoir les Mucoracées (Pilobolées et Mucorées); enfin, que toutes les Mucoracées sont susceptibles d'être parasitées par les *Piptocephalis*.

» I. S'il était démontré que les *Piptocephalis* ne peuvent vivre sur aucune espèce de Champignon hors du groupe des Mucoracées, le fait de pouvoir servir d'hôte à un *Piptocephalis* devrait dès lors être considéré comme une caractéristique absolue des Mucoracées.

» C'est ce premier point que j'ai cherché d'abord à établir :

» A la vérité, pour faire cette démonstration, il ne saurait être question de tenter la culture des *Piptocephalis* successivement sur toutes les espèces de Champignons connues. Mais j'ai opéré sur un tel nombre d'espèces fongiques, appartenant aux groupes les plus divers, que la conclusion s'impose avec toute la rigueur désirable.

» J'ai cherché, en effet, à faire vivre en parasite un *Piptocephalis* déterminé (*P. Tieghemiana* Matr.) sur près de cent espèces, appartenant aux divers ordres de Champignons, depuis les Myxomycètes jusqu'aux Basidiomycètes les plus élevés en organisation (1). Tous les essais ont été effectués par la méthode des cultures pures simultanées, et, comme l'essai de chaque espèce a porté sur quatre à cinq cultures au moins, tout résultat, même négatif, doit être considéré comme concluant.

---

(1) La liste des espèces sur lesquelles j'ai opéré est trop longue pour pouvoir être donnée ici. Je ne citerai que les genres ou espèces les plus typiques :

Myxomycètes. — *Dictyostelium mucoroides*, vivant lui-même en symbiose avec une Bactérie (culture pure).

Oomycètes. — *a.* Mucoracées : *Pilaira, Mucor, Rhizopus, Absidia, Sporodinia, Phycomyces, Chætocladium, Thamnidium, Helicostylum, Chætostylum.* — *b.* Autres Mucorinées : *Mortierella* (quatre espèces). — *c.* Entomophthorées : *Boudierella coronata* et une Entomophthorée non déterminée. — *d.* Péronosporées : *Phytophthora infestans.*

Ascomycètes. — *a.* Discomycètes : *Pyronema confluens, Morchella esculenta* et *rimosipes, Geoglossum, Bulgaria, Spathularia flavida, Nectria, Mollisia,* etc. — *b.* Pyrénomycètes : *Sordaria, Chætomium, Claviceps purpurea, Hypocrea alutacea,* etc. — *c.* Périsporiacées : *Eurotium repens, Gliocladium penicillioides,* etc.

Basidiomycètes : *Lepiota procera, Armillaria mellea, Tricholoma nudum, Collybia* sp., *Psalliota campestris, Pleurotus ostreatus, Coprinus comatus* et *ephemerus, Matruchotia varians,* etc.

Fungi imperfecti : *Amblyosporium umbellatum, Gliocladium viride; Sterigmatocystis, Aspergillus, Penicillium* et *Coremium* variés; *Arthrobotrys, Cephalothecium; Cladosporium, Alternaria, Macrosporium; Verticillium, Dactylium Acrostalagmus, Diplocladium, Fusarium, Volutella; Isaria, Cordyceps* sp., *Sporotrichum globuliferum; Botrytis cinerea, Polyactis, Trichophyton* divers, etc.

» Or les résultats de cette série d'expériences sont particulièrement frappants : 1° toutes les cultures de *P. Tieghemiana* sur Mucoracées ont réussi; 2° toutes les cultures sur Champignons autres que les Mucoracées ont échoué.

» En conséquence, *Piptocephalis Tieghemiana* doit être considéré comme pouvant caractériser, d'une façon précise, les Mucoracées par rapport à tous les autres Champignons. Il constitue, en quelque sorte, un *réactif* des Mucoracées, et il permet de les *définir éthologiquement* par cette propriété qu'elles ont de lui pouvoir servir d'hôte, et qu'elles sont seules à posséder.

» II. Ayant à ma disposition un instrument de contrôle d'une si rigoureuse précision, j'ai cherché à en faire l'application à une moisissure d'origine africaine, *Cunninghamella africana* Matr., non encore décrite et classée. Cette moisissure ne présente aucun des organes de reproduction (œufs ou sporanges) caractéristiques des Mucoracées; elle possède, au contraire, d'abondantes spores exogènes, lesquelles sont inconnues chez les Mucoracées. Mais son appareil végétatif me paraissant offrir d'étroites affinités avec le mycélium des Mucoracées, j'estimai être en présence d'une Mucoracée aberrante.

» *Cunninghamella africana* s'est développée spontanément et en saprophyte sur du crottin de chameau recueilli à l'état sec dans le Soudan français, expédié à cet état en France, et placé aseptiquement dans une enceinte humide.

» C'est un Champignon à *mycélium non cloisonné,* comme les Mucoracées; mais, pas plus à l'état spontané que dans les conditions de culture les plus variées, il n'a jamais donné ni sporanges ni œufs, mais bien uniquement des conidies.

» Ces conidies naissent solitaires sur des têtes sphériques terminant les branches d'un arbuscule assez ramifié. L'aspect général est celui d'une fructification d'*Œdocephalum* à pied ramifié, et c'est sans nul doute parmi ce genre de Mucédinées qu'on rangerait *C. africana* si l'on ne faisait appel qu'à des caractères tirés de la morphologie et du développement.

» Mais (et à mes yeux c'est ici un point capital) *C. africana* se montre propre à servir d'hôte à *Piptocephalis Tieghemiana.*

» En conséquence, malgré l'absence d'œufs et de sporanges, *Cunninghamella africana* doit être classé parmi les Mucorinées, au voisinage ou dans le groupe des Mucoracées [1]. Il constitue le premier type connu de Mucorinée à végétation uniquement conidienne.

---

[1] Il convient d'ailleurs de remarquer que par son appareil végétatif, son mycélium à structure continue et à courants protoplasmiques très nets, ses rhizoïdes différenciés, etc., *C. africana* se rapproche effectivement des Mucoracées.

» III. Le caractère d'ordre éthologique dont il vient d'être fait usage doit être considéré comme un caractère taxonomique de premier ordre. Il suppose, chez les êtres qui le présentent en commun, les affinités les plus étroites. Non seulement la structure et les propriétés de la membrane sur laquelle s'implante le parasite doivent être les mêmes; mais la structure, les propriétés, la vie même du protoplasma doivent être bien semblables chez des plantes hospitalières qui fournissent à un être aussi étroitement exigeant qu'un *Piptocephalis* les conditions nécessaires à son existence.

» A ma connaissance, il n'a jamais été fait usage, pour la classification des Végétaux, de caractères éthologiques de cette nature. Il semble que, dans des cas aussi précis que celui-ci, il y ait toute sécurité à y faire appel. Peut-être même faudrait-il voir là une méthode assez générale, susceptible de fournir, dans certains cas, de nouvelles indications utiles à la recherche de la classification naturelle des êtres vivants. »

BOTANIQUE. — *De la répartition des sphérulins dans les familles végétales.* Note de M. **Louis Petit**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Dans une précédente Communication [1] j'ai montré qu'il existe, dans les cellules chlorophylliennes de certaines feuilles, un petit globule (rarement deux ou plus) se colorant fortement par la teinture d'alkanna comme les graisses, les cires, les résines, et auquel j'ai donné le nom de *sphérulin*. Mes premières recherches, qui avaient porté sur les Gamopétales et les Dialypétales, en me montrant la disparition graduelle des sphérulins, au fur et à mesure que l'on s'abaisse dans l'échelle végétale, m'avaient fait penser que ces petits corps devaient être fort rares dans les familles inférieures, c'est-à-dire appartenant aux Apétales et aux Monocotylédones. L'étude de ces groupes a justifié mes prévisions.

» Voici la liste des familles examinées et le nom des rares espèces où j'ai rencontré des sphérulins. Le chiffre entre parenthèses, qui suit chaque nom, indique le nombre des genres étudiés.

» Apétales inférovariées. — Cupulifères (7). Juglandées (2).

» Apétales supérovariées. — Chénopodiacées (7). Polygonées (5). Urticacées (6). Pipéracées (3) : *Piper, Peperomia,* pas de sphérulins. *Saururus cernuus,* sphérulins. Salicinées (2). Platanées (1). Myricacées (1).

---

(1) *Comptes rendus*, 23 décembre 1901.

» MONOCOTYLÉDONES, Iridinées. — Orchidées (3). Scitaminées (7). Broméliacées (2). Hémodoracées (1). Iridées (4) : *Gladiolus psittacinus*, sphérulins. *Schizostylis coccinea*, petits sphérulins. Dioscoréacées (3). Amaryllidées (5).

» Liliinées. — Liliacées (8) : *Astelia Banksii*, sphérulins. Pontédériacées (1). Commélinacées (2). Alismacées (1).

» Joncinées. — Joncacées (3) : *Juncus glaucus, J. effusus*, petits sphérulins. Palmiers (3).

» Graminidées. — Pandanées (1). Typhacées (2) : *Sparganium ramosum*, petits sphérulins. Aroïdées (6). Naïadacées (1). Cypéracées (3). Graminées (8) : *Arundo Donax, Melica pyramidalis*, sphérulins.

» On voit que, d'une manière générale, les sphérulins manquent dans les Apétales et les Monocotylédones. Parmi les Pipéracées, il est possible que les Saururées en possèdent et que les Pipérées en soient dépourvues. Les Iridées en renferment peut-être aussi dans un certain nombre de genres. Mais, malgré les deux réserves précédentes, je ne crois pas qu'une seule famille d'Apétales ou de Monocotylédones renferme une majorité de genres à sphérulins.

» N'étant pas encore bien fixé sur la substance des sphérulins (qui est peut-être variable), je me bornerai à faire connaître une réaction qu'ils présentent communément. Si l'on traite successivement les coupes, qui les renferment, par de l'eau de Javel, de la teinture d'iode et finalement par de la glycérine, ils se colorent en marron. »

GÉOLOGIE. — *État actuel du volcan de la Martinique*. Note de M. **Lacroix**, présentée par M. Fouqué.

« J'ai envoyé déjà à l'Académie quelques renseignements préliminaires sur le cratère de la Montagne Pelée. A la suite d'une nouvelle ascension, effectuée le 8 novembre, dans de meilleures conditions que les précédentes, je me propose aujourd'hui de compléter ces premières données et de préciser la nature du cône central formé au milieu du cratère; ce n'est pas un *cône de débris*, édifié par projections, c'est un *cumulo-volcan*, constitué par des roches cohérentes, s'éboulant sans cesse, mais continuant à s'élever tranquillement, presque à vue d'œil, sous l'influence de la poussée interne.

» *Le cratère*. — L'éruption actuelle a sensiblement modifié la topographie du sommet de la Montagne Pelée. Le point culminant de celui-ci était en effet autrefois constitué par le morne La Croix, dominant au Sud-Est

un petit plateau, creusé d'une cavité peu profonde (le lac des Palmistes). Ce lac était, du côté du Nord-Ouest, dominé par un morne (reste d'une ancienne coulée d'andésite), que l'éruption n'a pas entamé et qui, le cône mis à part, forme maintenant le point le plus élevé de la montagne.

» Au pied Sud-Ouest du morne La Croix s'ouvrait une large cuvette de 800^m environ de diamètre, au fond rétréci de laquelle (300^m environ de diamètre) se trouvait à 700^m d'altitude environ l'Étang Sec (200^m de diamètre). Les crêtes qui le dominaient étaient constituées par le morne Paillasse au Nord, le Petit Bonhomme à l'Ouest, la Petite Savane au Sud. Du côté du Sud-Ouest, entre le Petit Bonhomme et la Petite Savane, s'ouvrait une déchirure dominant la haute vallée de la rivière Blanche. C'est cette cuvette profonde qui constitue le cratère actuel. La déchirure Sud-Ouest a été en s'agrandissant depuis le 5 mai, date de l'effondrement du barrage de l'Étang Sec, et forme maintenant la prolongation, sans escarpement, de la haute vallée de la rivière Blanche.

» J'ai pu faire le tour de près des trois quarts de la crête du cratère; celle-ci est d'altitude irrégulière; sa partie Nord-Ouest est la moins élevée, sa partie culminante est constituée par ce qui reste du morne La Croix. Depuis notre précédente ascension, il semble que celui-ci se soit encore éboulé; son altitude, mesurée à l'aide d'un baromètre holostérique, est en effet (9 novembre) de 1220^m (15^m seulement plus élevé que l'emplacement occupé jadis par le lac des Palmistes). La partie éboulée représente donc environ 130^m depuis le commencement des éruptions. Le sommet qui surplombe le bord du cratère est extrêmement fendillé et parcouru par un courant d'air chaud; le thermomètre, placé dans une fente de ce rocher, indique $+62^\circ$ C.

» Les bords du cratère, sauf ceux du côté Est et dans les parties rocheuses (morne La Croix, Petit Bonhomme), sont formés par une arête vive dont la pente extérieure est, par places, suffisamment raide pour qu'il soit difficile d'y circuler. Le bord Est, au contraire, est en partie constitué par un petit plateau, prolongation vers le sud du lac des Palmistes aujourd'hui remblayé.

» Les parois intérieures sont presque partout absolument verticales : c'est le cas, notamment du côté Nord, où cette paroi semble avoir été taillée dans le tuf, comme avec un couteau. Il résulte de cette disposition que toutes les eaux qui tombent sur le sommet de la montagne s'écoulent extérieurement au cratère, à l'exception de celles qui tombent sur le plateau Est et qui sont en partie déversées dans le cratère lui-même, déter-

minant des érosions assez intenses sur la paroi de celui-ci. Des fissures nombreuses, disposées parallèlement aux bords du cratère, montrent que ceux-ci s'élargissent peu à peu par effondrement, mais cet élargissement me semble avoir été peu important depuis la fin de juin.

» La surface des bords du cratère est uniformément recouverte d'une couche de cendres très fines; grâce à l'absence de grandes explosions depuis le commencement de septembre, la surface de celle-ci est rougie par oxydation, mais il suffit de la gratter pour faire apparaître la couleur gris verdâtre de la cendre humide. Cette cendre est stratifiée et constituée par des alternances de lits compacts et d'autres, uniquement formés par de petits *pisolites* de cendres qu'il est facile, par le moindre choc, de détacher les uns des autres. Cette structure me paraît due à l'action combinée de la pluie et d'une rapide dessiccation sur des cendres fines; je l'ai observée non seulement sur les cendres du sommet de la montagne, mais encore sur toute la côte, entre le Prêcheur et Saint-Pierre; elle se produit aussi aux dépens des parties les plus fines des tufs ponceux anciens, désagrégés par les eaux, et s'accumulant dans les anfractuosités du sol.

» La cendre du sommet de la Montagne Pelée, grâce à la finesse de ses éléments, se délaye avec la plus grande facilité et une rapidité non moins grande. Quelques minutes de pluie suffisent pour transformer en boue le sol, sur lequel on circule facilement après quelques instants de soleil. On comprend aisément, lorsqu'on a assisté à quelques-unes de ces averses sur la montagne, quelle est l'origine des torrents d'eaux boueuses noires ou jaunes qui sont si caractéristiques des périodes d'éruption (le Prêcheur, Basse-Pointe, rivière Blanche, etc.).

» Toutes les rigoles creusées par les eaux dans ces cendres mettent à découvert au-dessous d'elles un cailloutis de petits fragments anguleux de projection (andésite compacte, vitreuse ou ponceuse), mélangés à des bombes.

» Quant aux grosses bombes, elles sont relativement peu abondantes au Nord et à l'Est, elles deviennent plus nombreuses au Sud-Est et au Sud, et, dans cette partie, les fragments d'andésite ancienne arrachés au sous-sol ont paru y être en plus grand nombre qu'ailleurs. Cette observation est conforme d'ailleurs à celles que j'ai faites dans la vallée de la rivière Blanche et qui montrent que c'est dans le secteur Sud-Ouest que s'est, sans exception, produit le maximum d'intensité de toutes les éruptions.

» Je n'ai observé, sur les crêtes, aucune fumerolle *localisée*, mais le sol est tiède; il suffit de creuser un trou de quelques centimètres pour que le

thermomètre y atteigne jusqu'à 82° C. Les petits fragments de roche y sont recouverts de cristaux de soufre et de gypse imprégnés de pyrite ou recouverts de concrétions d'alunogène.

» Le fond du cratère est actuellement à 150m environ au pied du sommet du morne La Croix; il paraît plus bas du côté du Sud, plus élevé du côté du Nord. La cavité cratériforme est réduite à un étroit couloir circulaire qni entoure de toutes parts le cône central; cette sorte de rainure communique librement avec la vallée de la rivière Blanche par la déchirure Sud-Ouest du cratère.

» *Le cône.* — Le cône central est constitué par de la lave compacte, formant des falaises à parois verticales, qui, en un point du côté Est, sont visibles jusqu'au fond même du cratère; partout ailleurs, la base du cône est formée par un talus d'éboulis qui, par l'échancrure Sud-Ouest du cratère, descend jusqu'à la rivière Blanche, alors que, dans toutes les autres directions, il va, comblant peu à peu ce qui reste de la cavité cratériforme.

» Toutes les observations que nous avons pu faire sur ce cône montrent que celui-ci est en voie d'accroissement assez rapide, malgré les éboulements incessants qui s'y produisent. Cet accroissement peut être étudié facilement du Sud et dé l'Est de la montagne; c'est vers le 11 août que, du Morne-Rouge, on l'a vu pour la première fois émerger du profil de la montagne. C'est à peu près à la même époque qu'on a pu l'apercevoir d'Assier où est installé l'un de nos postes, d'où nous l'observons jour et nuit.

» Le 10 octobre, on le voyait d'Assier sous la forme d'un petit bourrelet, semblant avoir la même élévation que le morne La Croix auprès duquel il émergeait. Pendant les jours suivants, il s'est accru rapidement, s'étalant vers le Nord et le Sud et atteignant 90m d'élévation environ au-dessus du bord du cratère; c'est à peu près la dimension qu'il a actuellement (10 novembre), bien que sa pointe la plus aiguë se soit écroulée il y a quelques jours.

» Lors de notre ascension du 15 octobre, le sommet, vu des bords du cratère, se présentait sous la forme d'une crête dentelée, dirigée à peu près Nord-Sud, son piton notablement plus élevé que les autres; cette crête dépassait d'environ 50m le bord du cratère. Aujourd'hui, au milieu de celle-ci, se dresse, d'un seul jet, un énorme piton, à paroi verticale, à surface lisse du côté de l'Est par suite du décollement; il a une centaine de mètres de hauteur, il n'est pas placé au milieu du cône, mais sur son bord

Nord-Est, à une centaine de mètres seulement du morne La Croix et vis-à-vis de celui-ci.

» Ce cône est fissuré dans tous les sens; des bouffées de gaz et de vapeurs s'en échappent sans interruption, soit verticalement, soit *horizontalement*. Elles sont accompagnées d'éboulements considérables produisant un très grand fracas; les blocs tombant les uns sur les autres rendent généralement un son comparable à celui de bris de verre, ce qui est du reste conforme avec la structure très vitreuse des blocs que l'on trouve éboulés dans la vallée de la rivière Blanche ou projetés sur le sommet de la montagne.

» Il n'existe pas de cheminée centrale; il semble parfois, lorsqu'on examine le volcan de loin, qu'un panache de vapeurs se dégage du piton le plus élevé, mais l'examen attentif que nous en avons fait depuis 15 jours, du poste d'Assier, permet d'assurer qu'il s'agit là, ou bien de la réunion des vapeurs des fissures superficielles du cône, ou bien de bouffées partant de la rainure, en avant ou en arrière du piton central et montant lentement le long de celui-ci. C'est d'ailleurs principalement de cette rainure du cratère, et en particulier *au voisinage de l'échancrure Sud-Ouest*, que partent les grandes poussées de vapeurs qui, les jours où il y a peu de vent, montent verticalement à plusieurs kilomètres de hauteur.

» La structure de ce cône ne laisse aucun doute sur son mode de formation. On ne peut s'arrêter un instant à l'hypothèse d'un cône de débris; la quantité de blocs projetés sur les bords du cratère, à 100^m seulement du cône, est d'ailleurs négligeable, comparée à la masse de celui-ci; il n'en serait pas de même si l'on avait affaire à un cône de débris. Il n'est pas douteux, à mon avis, qu'il s'agit là d'un *cumulo-volcan*, d'un énorme bourrelet de lave andésitique qui s'édifie à la bouche d'une ouverture souterraine. Celui-ci, grâce à la lenteur de la poussée, à sa continuité et à la faible fusibilité du magma, se consolidant dès son arrivée à la surface, peut conserver sa forme actuelle, au lieu de donner naissance à une coulée, comme cela arriverait vraisemblablement si l'afflux de matière profonde se faisait beaucoup plus rapidement.

» Les éboulements continuels se produisant dans toutes les parties du cône me paraissent hors de proportion avec les bouffées gazeuses qui les accompagnent et dont la sortie ne peut en être seule la cause. J'y vois plutôt un effet de l'action continue de la matière fondue ascendante, disloquant des roches fendillées par un refroidissement brusque.

» Cette opinion est légitimée par les phénomènes lumineux visibles la

nuit chaque fois que la montagne n'est pas couverte de nuages. Le cône est alors irrégulièrement éclairé : il ne s'agit pas là de flammes, mais de lueurs très vives, très bien délimitées, d'un rouge comparable à celui d'un feu de forge.

» Elles apparaissent d'abord, très brillantes, puis perdent progressivement leur intensité. Dans la nuit du 9 au 10 novembre, j'ai vu nettement cette lueur partir de la base du cône (visible d'Assier), monter suivant une ligne sinueuse, avec localement de brusques augmentations d'intensité, atteindre le sommet et envoyer des branches latérales. Au bout d'une demi-heure environ, ce phénomène avait disparu *progressivement*. Il ne me paraît guère possible d'expliquer ce qui vient d'être décrit, autrement que par la montée, puis le refroidissement progressif, du magma andésitique fondu dans les fentes de retrait de parties déjà consolidées de la même lave. On peut expliquer également, par la brusque mise à découvert d'une portion incandescente du cône, une vive illumination d'une large surface de celui-ci, survenue quelques nuits auparavant, peu d'heures avant que je ne constate, à la même place, la chute d'une des aiguilles terminales du cône.

» Nos deux postes d'observation, dont le second va incessamment fonctionner d'une façon régulière, vont me permettre de coordonner des observations faites heure par heure des deux côtés opposés du cône; je ferai connaître à l'Académie toutes les particularités qui paraîtront dignes de son attention.

» Comme conclusion, je ferai remarquer que, bien que, depuis près de deux mois et demi, il ne se soit produit à la Montagne Pelée aucune grande explosion, les manifestations de l'activité volcanique ne s'en poursuivent pas moins silencieusement et d'une façon continue; aussi ai-je engagé vivement l'administration de la colonie à maintenir intégralement toutes les mesures d'évacuation préventive du voisinage du volcan, qui me paraissent toujours indispensables. »

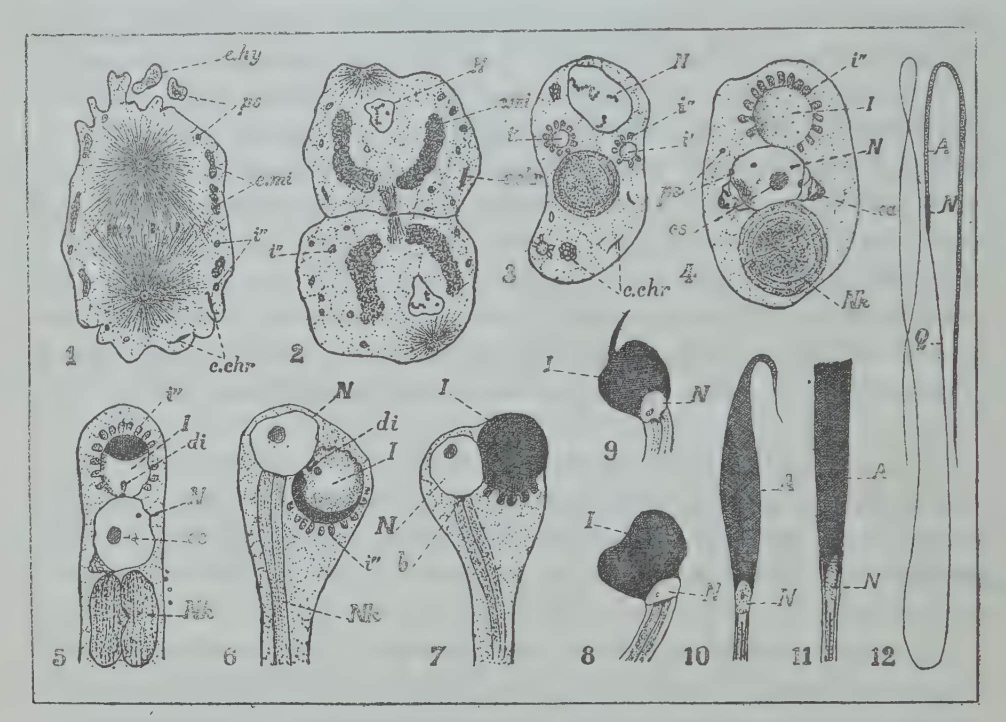
EMBRYOGÉNIE. — *Sur l'évolution de la spermatide chez le* Notonecta glauca. Note de MM. J. Pantel et R. de Sinéty, présentée par M. Alfred Giard.

« Les stades que nous distinguerons ne sont pas définis par une discontinuité de l'évolution, et beaucoup d'entre eux ont un caractère très

artificiel; nous ne les adoptons provisoirement que pour la rapidité de la description.

» I. *État initial de la spermatide* (*fig.* 2). — Le noyau est petit, la chromatine peu abondante et en granules isolés. Le corps cytoplasmique, à trame réticulée, est rendu très hétérogène par la présence de nombreuses enclaves, savoir :

» *a. Le matériel nebenkernien c.mi*, déjà observable dans le spermatocyte de



1, spermatocyte de deuxième ordre; 2-11, spermatide; 12, spermatozoïde presque mûr. — A, acrosome; I, idiozome; N, noyau; Nk, *Nebenkern;* Q, queue; *b*, blépharoplaste; *ca*, calotte; *c.chr*, corpuscules chromatinifères; *c.mi*, condensations mitochondriennes; *cs*, caryosome; *di*, différenciations idiozomiques; *e.hy*, excrescences hyalines; *i'*, *i''*, corpuscules idiozomiques principaux et secondaires; *ps*, plasmosomes.

premier ordre en prophase sous la forme de condensations qui peuvent constituer une zone périnucléaire plus ou moins complète; aux télophases des divisions maturatives cette zone s'ouvre largement du côté du pôle, expulse, pour ainsi parler, le noyau et se masse derrière lui autour du reste fusoriel;

» *b. Les corpuscules idiozomiques secondaires i''* : nous désignons ainsi une catégorie d'enclaves arrondies ou cuboïdes, d'abord très petites, arrivant par croissance à une taille médiocre uniforme, homogènes, avec une zone membraniforme plus dense à la périphérie; on peut les suivre au travers des cinèses maturatives jusque dans les spermatocytes de premier ordre en prophase;

» *c. Les corpuscules chromatinifères c.chr.*, autre sorte d'inclusions de même

ancienneté, petites, ayant la forme d'écailles, de lentilles, de masses arrondies; on y distingue généralement une partie très chromatophile et une autre, non ou à peine colorable;

» *d. Des plasmosomes émigrés ps*, en nombre variable; il s'en trouve d'ailleurs dans les spermatocytes au cours des divisions maturatives, soit dans le corps cellulaire, soit dans ses expansions pseudopodiques (*excrescences hyalines* de Platner, *fig.* 1, *e.hy*).

» II. *Apparition des corpuscules idiozomiques principaux* (*fig.* 3, *i'*). — Les éléments qui doivent former la masse fondamentale de l'idiozome ne tardent pas à se montrer sous la forme de globules hyalins, achromatophiles, homogènes, d'abord petits et nombreux, successivement plus rares et plus volumineux, vraisemblablement par suite de coalescences; ils paraissent exercer sur les *corpuscules secondaires* mentionnés plus haut une sorte d'attraction (chimiotactique?), par suite de laquelle ils en sont fréquemment environnés; le *Nebenkern*, N*k*, a pris une structure lamellaire; les petites formations chromatinifères se portent les unes sur les autres et se soudent en masses d'apparence spongieuse.

» III. *Constitution de l'idiozome* définitif (*fig.* 4 et 5, I). — La confluence directe ou indirecte de la substance hyaline précédemment distribuée en sphérules donne un corps unique, globuleux, qui s'accole au noyau du côté opposé au *Nebenkern*. Les corpuscules idiozomiques secondaires demeurent assez longtemps groupés autour de cette masse en une zone concentrique régulière qui apparaît dans les coupes comme une guirlande moniliforme, puis se fusionnent graduellement et individuellement avec elle. Des différenciations ne tardent pas à se montrer à l'intérieur. Outre une constellation de très petites granules, outre des inclusions vacuoliformes de substance sidérophile, de nombre, de grandeur et de rapports variables, il y a une formation jusqu'ici énigmatique, peut-être en relation avec le développement de l'acrosome, en tout cas remarquable d'allure et de constance. Elle est périphérique. A sa première apparition l'on voit un petit disque chromatophile, accolé par son plat interne à une masse ovalaire ou sphérique, bien limitée mais à peine distincte du fond général comme colorabilité, tandis qu'il s'applique par son plat externe sur la surface de contact de l'idiozome avec le noyau (*fig.* 5, *di*). Plus tard une nouvelle masse chromatophile, en forme de lentille biconcave (étranglée en biscuit sur les vues de profil), s'interpose entre les deux corps précédents (*fig.* 6).

» Les corps chromatinifères, en nombre réduit et de dimensions corrélativement accrues, sont venus s'appliquer sur le noyau sous la forme de *calottes, ca*; leur matière chromatique émigre manifestement de l'extérieur vers l'intérieur et passe dans le noyau, où l'on ne tarde pas à la retrouver sous la forme d'amas plus ou moins denses, estompés dans leurs contours. Les calottes disparaîtront un peu plus tard (par résorption?).

» L'élément nucléinien, devenu successivement plus insensible aux colorants ordinaires, tend à se condenser en un volumineux caryosome *cs*. Les plasmosomes *ps* émigrent dans le cytoplasme, où ils se dissolvent (*corps chromatoïde* de Benda); il n'est pas rare de les saisir sur le fait de leur passage au travers de la membrane, laquelle les retient quelque temps comme enchâssés (*fig.* 4).

» Le *Nebenkern* est partagé en deux moitiés accolées et engrenées formant un tout à contour arrondi.

» IV. *Nutation de la spermatide.* — Un premier mouvement, dans lequel tout se passe comme si le noyau tournait sur lui-même en entraînant l'idiozome qui se trouve ainsi temporairement rapproché du *Nebenkern* (*fig.* 6 et 7), est bientôt suivi du redressement de la spermatide. Cette sorte d'oscillation marque un stade très caractéristique peut-être en relation avec l'allongement du *Nebenkern*.

» Le blépharoplaste, assez généralement, se voit déjà à la base du *Nebenkern* (*fig.* 7, *b*). La surface de contact du *Nebenkern* et du noyau montre une tendance marquée à fixer l'hématoxyline ferrique. »

ANATOMIE. — *Sur la présence des corpuscules acidophiles paranucléolaires dans les cellules du* locus niger *et du* locus cœruleus. Note de M. G. **Marinesco**, présentée par M. Bouchard.

» En examinant les cellules du *locus niger* et du *locus cœruleus* avec différents procédés de coloration, tels que la méthode de Romanowski, les liquides de Biondi, d'Erlich, ou des couleurs combinées, acides et basiques, j'ai trouvé constamment chez l'adulte, à l'intérieur du noyau des cellules du *locus niger* et fréquemment dans celles du *locus cœruleus*, des corpuscules en nombre variable, situés au voisinage du nucléole. Ces corpuscules prennent toujours la couleur acide.

» C'est ainsi que par la méthode de Romanowski ils se colorent habituellement en rouge brique, quelquefois en rouge vénitien, d'autres fois encore en rouge orange. Si on emploie une couleur acide simple, non composée, telle que la fuchsine, la francéine ou l'érythrosine, on constate ce fait remarquable que le nucléole et les corpuscules paranucléolaires ne se teignent pas de la même manière, la fuchsine colore le nucléole en rouge pourpre, tandis que les corpuscules paranucléolaires, plus compacts, se colorent en violet. Il en est de même pour la francéine ([1]), laquelle donne une teinte rouge pourpre au nucléole pendant que les corpuscules sont colorés en rouge brique. On observe le même phénomène dans les pièces traitées par l'érythrosine. Dans les pièces traitées par la méthode de Nissl, les corpuscules apparaissent avec une teinte jaunâtre plus ou moins visible.

» Le nombre de ces corpuscules varie depuis un jusqu'à six et généralement ils sont un, deux et souvent trois. Lorsqu'ils sont nombreux, nous les retrouvons ramassés en groupe dans le suc nucléaire et la place qu'ils occupent par rapport au nucléole est également variable. Tantôt ils sont situés au voisinage de ce dernier;

([1]) Cette couleur acide a été découverte, il y a déjà 15 ans, par le professeur Istrati, de Bucarest, qui a bien voulu en mettre un échantillon à ma disposition.

tantôt ils s'en écartent et peuvent même siéger aux deux pôles du noyau. En ce qui concerne leurs dimensions relatives, ils dépassent rarement le volume du nucléole, parfois ils peuvent avoir des dimensions presque égales, généralement ils sont plus petits que ce dernier, surtout lorsqu'ils sont nombreux. Le grand diamètre des corpuscules paranucléolaires peut atteindre 7^{μ}.

» Le volume de ces corpuscules ne paraît pas être en rapport avec l'âge, car le plus grand diamètre que nous ayons trouvé a été chez un homme âgé de 30 ans. D'une manière générale, ils sont plus nombreux chez l'adulte et chez le vieillard que chez les jeunes personnes. Chez ces dernières, en effet, on les rencontre plus rarement et ils font défaut chez les enfants. Nous les avons encore retrouvés chez une femme âgée de 117 ans, tandis qu'ils n'existaient pas chez une jeune fille âgée de 13 ans.

» La méthode de Pal ne colore pas les corpuscules paranucléolaires; l'acide osmique simple, ou bien associé au bichromate de potasse, n'a pas d'affinité pour ces corpuscules. J'ai pu faire la même remarque pour le Sudan. En tenant compte de ces réactions, on peut éliminer la nature graisseuse et lécithinique de ces corpuscules; de plus, nous avons vu qu'ils siègent habituellement à l'intérieur du noyau. Cependant, j'ai rencontré quelquefois des corpuscules acidophiles en dehors du noyau, mais comme ils présentent quelques caractères différentiels, je me suis demandé s'il était possible de les assimiler aux corpuscules intranucléaires. C'est ainsi que parfois j'ai pu voir dans la masse du pigment noir des corpuscules colorés en rouge brique ou en rouge vénitien par la méthode de Romanowski, corpuscules qui, cependant, sont plus volumineux que ceux que l'on voit à l'intérieur du noyau. En outre, ils sont entourés d'une large auréole. Les corpuscules paranucléolaires sont d'aspect homogène, ils offrent néanmoins parfois des vacuoles ou bien l'apparence d'un autre corpuscule beaucoup plus petit, coloré d'une façon plus intensive.

» *Quelle est la signification des corpuscules paranucléolaires?* — La première idée qui s'est présentée à mon esprit a été de les considérer comme des granulations acidophiles analogues à celles que l'on rencontre en nombre plus ou moins considérable à l'intérieur du noyau de beaucoup de cellules. Mais l'aspect morphologique et les réactions chimiques ne parlent pas en faveur de cette opinion. En effet, je n'ai jamais rencontré dans les autres cellules du système nerveux central des corpuscules si gros, si considérables, dépassant en grosseur, ainsi que je l'ai dit, le volume du nucléole. On pourrait supposer, d'autre part, que les corpuscules paranucléolaires représentent des noyaux accessoires, mais alors leur réaction ne devrait pas être différente de celle du noyau principal et l'on devrait les retrouver également chez l'enfant, tandis qu'ils semblent n'apparaître qu'à un certain moment de la vie. Il est vrai qu'un élève de von Lenhossek, M. Tumefeerr, a constaté, dans les ganglions spinaux et sympathiques des oiseaux, la présence de deux nucléoles dont l'un à réaction basophile et l'autre à

réaction acidophile. Le nucléole acidophile siège tout près de l'autre et même le touche. Ils ont tous deux le même volume.

» Au contraire, nos corpuscules paranucléolaires sont nombreux, ils diffèrent du nucléole basophile par leur volume; ils sont plus éloignés de ce dernier et ils ne se retrouvent, tout au moins jusqu'à plus ample informé, que dans des cellules spéciales, pigmentées, c'est-à-dire dans celles du *locus niger* et celles du *locus cœruleus*. Étant donné que ces corpuscules siègent précisément dans les cellules qui sont préposées à la création du pigment, et, d'autre part, qu'ils présentent certaines propriétés physico-chimiques analogues à celles du pigment de ces cellules, je serais tenté d'admettre qu'il existe une relation entre la formation du pigment et la présence de ces corpuscules paranucléolaires. Si je ne donne cette opinion qu'à titre d'hypothèse c'est que le pigment préexiste à l'apparition des corpuscules paranucléolaires.

» Dans le cytoplasma des cellules pigmentées du *locus niger* j'ai trouvé, en dehors du pigment, des granulations colorables analogues à celles qui ont été décrites par Olmer sous le nom de *granulations amphophiles* dans les cellules du *locus cœruleus*. Olmer les avait vainement cherchées dans le *locus niger*. J'ai pu les déceler, non seulement chez l'enfant, mais encore chez l'adulte et même chez le vieillard. J'ai de même pu colorer ces granulations à l'aide de la méthode de Romanowski, avec Biondi simple, et Biondi acidifié, avec la fuchsine acide et la francéine. Cette dernière colore ces granulations en rouge pourpre. »

PHYSIOLOGIE. — *Rapport du poids du foie au poids total de l'animal.* Note de M. E. Maurel, présentée par M. Bouchard.

» Les recherches utilisées dans ce travail comprennent : des recherches personnelles faites sur le *poulet* et le *pigeon* ([1]); celles faites en collaboration avec le Dr Lagriffe sur le *hérisson* ([2]) et sur le *lapin* ([3]); celles du Dr Baylac sur ce dernier animal ([4]); celles du Dr Alezais sur le *cobaye* ([5]); et enfin celles sur le *chien* publiées MM. Athanasiu et Carvallo ([6]).

([1]) *Société d'Histoire naturelle de Toulouse* (juillet 1900).

([2]) *Ibid.* (7 mars 1900).

([3]) *Ibid.* (2 mai 1900).

([4]) *Ibid.* (17 mai 1900).

([5]) Article *cobaye* du *Dictionnaire de Physiologie de Richet.*

([6]) Article *chien* » »

» Je résume ces différentes recherches dans le Tableau suivant qui contient les moyennes de ces diverses pesées.

Rapport du poids du foie au poids total de l'animal.

Animaux.	Poids total moyen de l'animal.	Poids total du foie.	Poids du foie par kil. d'animal.	Poids total moyen de l'animal.	Poids total du foie.	Poids du foie par kil. d'animal.
	Animaux jeunes.			Animaux adultes.		
Cobayes.......	de 350^{g} à 450^{g}.	$16^{g},50$	41^{g}	de 600^{g} à 900^{g}.	28^{g}	$37^{g},30$
Lapins........	Au-dessous de 1400^{g}.	$55^{g},33$	$47^{g},14$	Au-dessus de 1800^{g}.	$79^{g},39$	$38^{g},07$
Hérissons......	Au-dessous de 500^{g}.	$17^{g},50$	$67^{g},22$	Au-dessus de 500^{g}.	39^{g}	55^{g}
Poulets.......	Au-dessous de 800^{g}.	$25^{g},62$	34^{g}	Au-dessus de 1100^{g}.	$35^{g},12$	$28^{g},80$
Pigeons.......	Au-dessous de 350^{g}.	$10^{g},73$	$35^{g},90$	Au-dessus de 400^{g}.	$13^{g},11$	31^{g}
	Chiens de petites tailles.			Chiens de grosses tailles.		
	de 4^{kg} à 10^{kg}.	$259^{g},00$	$40^{g},47$	de 40^{kg} à 30^{kg}.	773^{g}	$21^{g},90$
	de 4^{kg}.....	$211^{g},00$	$52^{g},8$	de 40^{kg}	836^{g}	$20^{g},90$

» Or, de l'examen de ce Tableau me paraissent se dégager les principaux faits suivants :

» 1° *D'une manière constante les adultes ont, par kilogramme de leur poids, une quantité de foie moindre que les jeunes.*

» Le cobaye adulte a $37^{g},30$ de foie par kilogramme, et le jeune en a 45^{g}; le lapin adulte en a $38^{g},07$, et le jeune 47^{g}; le hérisson adulte en a 55^{g}, et le jeune $67^{g},22$; le poulet adulte en a $28^{g},80$, et le jeune 34^{g}; le pigeon adulte en a 31^{g} et le jeune $35^{g},90$.

» 2° *Pour la même espèce animale, quand elle présente des différences de volume dépendant des variétés, comme pour le chien, la quantité de foie par kilogramme d'animal est d'autant plus élevée que l'animal est plus petit.*

» Les chiens de 40^{kg} à 30^{kg} n'ont que $21^{g},18$ de foie par kilogramme, tandis que ceux entre 10^{kg} et 4^{kg}, en ont 40^{g}. Comme on le voit aussi sur le Tableau, pour des poids dix fois supérieurs, de 40^{kg} à 4^{kg}, la proportion de foie peut varier de 2 à 5 : $52^{g},8$ pour celui de 4^{kg} et seulement $20^{g},90$ pour celui de 40^{kg}.

» 3° *La proportion du foie par kilogramme varie avec la nature de l'alimentation. C'est à l'alimentation animale que correspond la plus grande proportion et à l'alimentation par les graines que correspond la proportion la plus faible.*

» En nous en tenant à la période adulte de ces divers animaux, nous voyons que le hérisson, qui a une alimentation presque exclusivement animale, a 55^{g} de foie par kilogramme, tandis que le cobaye et le lapin n'en ont que 37^{g} et 38^{g}. Enfin le pigeon et le poulet, qui vivent surtout de graines, n'en ont que 31^{g} et $28^{g},80$.

» Quant aux chiens, qui sont également surtout carnivores, même en descendant à ceux de 4^{kg}, leur poids est encore trop supérieur à ceux des autres animaux pour qu'on puisse les comparer avec eux. La proportion de $52^{g},80$, déjà élevée, serait encore augmentée pour ceux de 3^{kg}, 2^{kg} et 1^{kg}. Cette loi de l'influence de l'alimentation sur le volume du foie se vérifie donc pour le chien comme pour les animaux précédents.

» 4° *L'augmentation de la proportion du foie chez le hérisson et chez le chien paraît bien tenir à l'alimentation animale.* — Dans deux séries d'expériences de 10 mois et de 6 mois de durée, les proportions du foie par kilogramme d'animal ont atteint $48^{g},40$ et 34^{g} chez des lapins nourris avec du fromage, tandis qu'elles sont restées à 30^{g} et 25^{g} chez les lapins témoins ayant été nourris avec de l'herbe (¹).

» 5° *La nature animale de l'alimentation me paraît agir plus que la composition azotée.* — Les deux granivores, le poulet et le pigeon, n'ont que $28^{g},80$ et 31^{g} de foie par kilogramme d'animal, tandis que le lapin et le cobaye, qui sont herbivores, en ont $38^{g},07$ et $37^{g},39$.

» Il se pourrait donc que l'hygiène et la thérapeutique trouvent un sérieux avantage à employer l'alimentation par les graines, quand la fonction hépatique est diminuée.

» 6° *Enfin la proportion plus grande du foie chez le hérisson ne me paraît pas tenir à des dépenses plus considérables.*

» A volume égal, le cobaye a sensiblement les mêmes dépenses que le hérisson. C'est, en effet, ce qui résulte des chiffres suivants que je prends dans mes recherches sur l'influence des saisons sur les dépenses de l'organisme (²).

(¹) *Influence d'un régime fortement azoté sur le volume du foie des Herbivores* (*Société de Biologie*, novembre 1884).

(²) *Influence des saisons sur les dépenses de l'organisme* [Expériences faites sur le hérisson (*Languedoc médico-chirurgical*, janvier et février 1900)].

	Cobayes.		Hérissons.	
Températures.	Poids total.	Dépenses par kilogramme en calories.	Poids total.	Dépenses par kilogramme en calories.
16° à 17°	714g	139Cal	715g	144Cal
20 à 22	705	116	737	128
25 à 26	779	98,5	725	101

» Comme on le voit, pour des poids compris entre 700g et 800g, le kilogramme de cobaye a dépensé 139Cal et celui de hérisson 144Cal aux températures de 16° à 17°. Aux températures de 20° à 22°, ces dépenses se sont élevées à 116Cal pour le premier et à 128Cal pour le second; et enfin, aux températures de 25° à 26°, le premier a dépensé 98Cal,5 et le second 101Cal, c'est-à-dire toujours des quantités aussi rapprochées l'une de l'autre que possible. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur les variations du phosphore minéral, conjugué et organique, des tissus animaux.* Note de M. **A.-L. Percival**, présentée par M. A. Gautier.

« C'est aujourd'hui une notion définitivement acquise que le phosphore qui existe dans l'organisme animal y est sous trois formes, savoir : phosphore complètement oxydé ou phosphore minéral, phosphore conjugué (lécithines, nucléines, etc.) et phosphore organique.

» Je viens de terminer à la Faculté de Médecine de Paris, dans le laboratoire de M. le Professeur A. Gautier et avec ses conseils, une série de recherches sur les proportions relatives de ces trois combinaisons du phosphore dans les organes des animaux.

» La méthode employée à été la suivante :

» L'organe frais, privé autant que possible de sang, était finement broyé. On oxydait une première portion A (10g à 20g) par la méthode de Marie (1) et l'on dosait le phosphore total. Une deuxième portion (25g-50g) était épuisée à froid par l'eau chlorhydrique à 0,5 pour 1000; après 24 heures on filtrait à la trompe, ou mieux, on centrifugeait en ayant soin de bien laver plusieurs fois le résidu : le liquide B ainsi obtenu contenait le phosphore minéral. La pulpe résiduelle était ensuite attaquée à l'ébullition, pendant 2 heures, avec une solution d'acide chlorhydrique à 5 pour 100 pour dédoubler les lécithines et nucléines, etc. On filtrait, on lavait abondamment et l'on obtenait ainsi une troisième liqueur C contenant le phosphore conjugué. Les liquides B et C étaient évaporés, et le résidu, ainsi que celui de la filtration précédente qui contenait

(1) *Comptes rendus*, t. CXXIX, 1899, p. 766.

le phosphore organique, était ensuite séparément traités par les oxydants pour faire passer le phosphore à l'état de P^2O^5.

» Les liqueurs nitriques, filtrées à froid pour éliminer les graisses et l'oxyde de manganèse, étaient traitées par la solution nitromolybdique et le précipité redissous dans l'ammoniaque, précipité par la mixture magnésienne.

» Les résultats que j'ai obtenus sont consignés dans les Tableaux suivants : j'y donne les moyennes de plusieurs déterminations bien concordantes. Les nombres sont tous rapportés à 1000g de substance fraîche et sont calculés en P^2O^5.

		P^2O^5 du phosphore			
Organes.	H^2O pour 1000.	total pour 1000.	minéral pour 1000.	conjugué pour 1000.	organique pour 1000.
	g	g	g	g	g
Muscles (bœuf)	729,7	5,067	2,17	0,95	1,93
Cœur (mouton)..........	775,8	10,11	3,80	3,05	2,68
Intestin de porc (râclure).	»	2,93	1,08	1,46	0,38
Rate (bœuf).............	750,3	5,70	1,76	3,04	0,56
Foie (id.)	689,9	5,61	2,64	2,35	0,62
Pancréas (mouton).......	692,1	7,49	3,66	3,69	0,13
Thymus (id.)	765,6	12,23	4,54	7,33	0,25
Thyroïde (id.)	716,6	3,69	2,15	0,87	0,66
Poumon (id.)	»	7,45	3,47	3,28	0,70
Cerveau (id.)	767,5	6,38	1,48	3,70	1,15
Rein (id.)	791,1	4,58	2,32	1,92	0,30
Testicules (veau)........	860,7	5,17	2,08	2,81	0,27
Testicules (taureau).....	863,9	4,70	2,30	1,59	0,79
Ovaire (vache)..........	»	4,29	1,38	1,59	1, 2
Corps jaunes (vache).....	»	8,42	2,73	2,86	2,82
Mamelle (id.)......	667,8	4,14	1,99	1,58	0,40

» La différente richesse en phosphore des organes examinés est assez grande et ressort bien plus clairement encore du Tableau suivant où ces organes sont inscrits suivant l'augmentation du phosphore :

P^2O^5 du phosphore total.		P^2O^5 du phosphore minéral.		P^2O^5 du phosphore conjugué.		P^2O^5 du phosphore organique.	
	g		g		g		g
Intestin (raclure).	2,93	Intestin (raclure).	1,08	Thyroïde........	0,87	Pancréas........	0,13
Thyroïde........	3,69	Ovaire..........	1,38	Muscles.........	0,95	Thymus.........	0,25
Mamelle........	4,14	Cerveau.........	1,43	Intestin (raclure).	1,46	Testicules (veau).	0,27
Ovaire..........	4,29	Rate............	1,76	Mamelle.........	1,58	Rein............	0,29
Rein............	4,54	Mamelle.........	1,99	Testicules (taur.).	1,59	Intestin (raclure).	0,38
Testicules (taur.).	4,70	Foie............	2,03	Ovaire..........	1,59	Mamelle.........	0,40
Muscles.........	5,06	Testicules (veau).	2,08	Rein............	1,92	Rate............	0,55
Testicules (veau).	5,17	Thyroïde........	2,15	Foie............	2,35	Foie............	0,62

P^2O^5 du phosphore total.	g	P^2O^5 du phospore minéral.	g	P^2O^5 du phosphore conjugué.	g	P^2O^5 du phosphore organique.	g
Foie	5,61	Muscles	2,17	Testicules (veau)	2,17	Thyroïde	0,66
Rate	5,70	Testicules (taur.)	2,30	Corps jaune	2,86	Poumon	0,70
Cerveau	6,35	Rein	2,32	Cœur	3,05	Testicules (taur.)	0,79
Poumon	7,45	Corps jaunes	2,73	Rate	3,05	Cerveau	1,15
Pancréas	7,49	Poumon	3,47	Poumon	3,28	Ovaire	1,32
Corps jaunes	8,42	Pancréas	3,66	Pancréas	3,69	Muscles	1,93
Cœur	10,11	Cœur	3,80	Cerveau	3,70	Cœur	2,68
Thymus	12,23	Thymus	4,54	Thymus	7,33	Corps jaunes	2,82

» Ces nombres montrent qu'on ne peut pas établir de rapports constants entre le phosphore total et les autres combinaisons du phosphore.

» Laissant de côté le phosphore minéral qui, étant déjà sous une forme totalement oxydée, a une importance moins grande que le phosphore organique, on voit que le phosphore conjugué abonde dans les tissus jeunes en voie d'évolution (testicules de veau, thymus, ovaire), et dans les tissus qui ont à accomplir un travail notable (cerveau, poumon, cœur), tandis que pour la rate, sa richesse en phosphore conjugué pourrait être en rapport avec sa fonction hémolytique. La pauvreté au contraire de la thyroïde en phosphore conjugué nous autorise, peut-être, à croire à l'existence de nucléines combinées à d'autres éléments dont le rôle, tel que celui de l'arsenic, pourrait n'être pas moins important que celui du phosphore.

» La raclure d'intestin, le pancréas, la mamelle, sans doute à cause de leurs fonctions physiologiques si importantes, contiennent aussi de grandes quantités de phosphore conjugué, la moitié presque du poids du phosphore total.

» Les variations du phosphore organique sont bien plus fortes que celles du phosphore conjugué, soit comme quantité absolue, soit relativement au phosphore total.

» Le thymus et les testicules de veau, très riches en phosphore conjugué, contiennent respectivement en phosphore organique le $\frac{1}{50}$ et le $\frac{1}{20}$ du phosphore total.

» Très peu riches aussi sont les organes de la digestion dans lesquels le phosphore organique est, par rapport au phosphore total, le $\frac{1}{57}$ dans le pancréas et le $\frac{1}{10}$ dans la rate, le foie et l'intestin. Les plus grandes quantités de phosphore organique, soit absolument, soit relativement au phosphore total, existent dans les muscles, l'ovaire, le cerveau et le cœur. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Recherches physiologiques sur les effets de la sympathicectomie cervicale.* Note de MM. Moussu et Charrin, présentée par M. Bouchard.

« Dans ces dernières années, on s'est beaucoup occupé d'une intervention chirurgicale dirigée soit contre certains accidents de la maladie de Basedow, soit contre l'épilepsie : la *sympathicectomie*. Les uns lui ont attribué des effets merveilleux, des résultats inespérés; d'autres, sans toutefois préciser leurs griefs, l'ont accusée des plus grands méfaits.

» Il nous a semblé, avant de choisir entre des opinions si différentes, qu'il y avait là une question de Physiologie pathologique à élucider; abstraction faite de sa non-efficacité possible, le plus grave reproche adressé à la sympathicectomie a été de provoquer des troubles trophiques variés, troubles d'autant plus manifestes qu'ils portaient sur la région céphalique, la face ou le crâne (¹). Pour juger dans quelles mesures ces reproches étaient fondés, nous avons expérimenté sur des animaux tout jeunes, en voie de développement ou de croissance, par conséquent parfaitement aptes, s'il devait s'en produire, à permettre d'enregistrer ces troubles trophiques; chez les adultes, dont l'architecture est définitive, ces désordres se réalisent, en effet, plus difficilement.

» Le 14 octobre 1900, chez des chiens âgés de 2 mois, nous avons réséqué, à l'un 2^{cm} du sympathique gauche, à l'autre 2^{cm} du sympathique droit. Le même jour, sur une chevrette de 5 mois, nous avons également pratiqué des résections de 2^{cm} du sympathique et du pneumogastrique gauches, pendant que, chez une agnelle de 4 mois, ces résections portaient sur ces mêmes nerfs, mais du côté droit. — Dès le 25 octobre, les chiens ont présenté des différences dans la physionomie; chez l'un et l'autre, l'œil correspondant à la section paraissait plus petit et plus enfoncé dans la cavité orbitaire; la fente palpébrale était moins grande, les paupières moins ouvertes; le myosis était incontestable.

» Avec des signes aussi nets et des désordres aussi rapides, on aurait pu s'attendre

(¹) Bien souvent, on a pratiqué des sections du sympathique, mais on a surtout eu pour but l'étude des modifications vasculaires ou des dégénérescences des fibres; plus rarement, comme dans les faits publiés par Arloing, Morat et Doyon, etc., on a signalé quelques troubles trophiques discrets, de préférence oculaires. Un élève de Doyon, Beyne, tenant compte des âges, du développement, se plaçant au même point de vue que nous, aboutit, dans des recherches inédites, à des conclusions analogues aux nôtres.

à des troubles trophiques consécutifs assez marqués, aboutissant à l'asymétrie céphalique. En réalité, ces troubles n'ont jamais acquis d'importance et lorsque, en avril 1901, les deux chiens furent sacrifiés, pas plus sur la région crânienne que sur la région faciale il n'y avait d'hémiatrophie bien marquée. Les modifications extérieures elles-mêmes n'avaient pas la valeur que tout d'abord on aurait pu leur attribuer; l'œil, qui semblait plus petit du côté opéré, avait, en réalité, à quelques millimètres près, les mêmes diamètres que l'œil opposé; sa rétraction au fond de l'orbite était la cause de son aspect extérieur.

» Chez la chevrette et chez le mouton, nous avons enregistré des changements de tous points identiques à ceux de nos chiens, mais moins accusés. A l'autopsie, également pratiquée en avril 1901, il nous sembla cependant qu'il y avait une légère asymétrie céphalique, à la vérité peu appréciable; comme le montre la photographie, cette asymétrie, pour être aperçue, réclamait un examen attentif; pourtant, chez un mouton, la moitié droite de la voûte palatine était nettement plus étroite et l'hémisphère cérébral du même côté plus aplati.

» Le 7 janvier 1901, sur deux lapins âgés de 1 mois, nous avons réséqué, à l'un $0^{cm},5$ du sympathique droit, à l'autre $0^{cm},5$ du sympathique gauche. Les résultats ont été identiques à ceux que nous ont offerts les chiens : mêmes modifications de l'aspect extérieur de l'œil, des paupières, de l'ouverture pupillaire. Cet aspect extérieur permettait facilement de reconnaître le côté de la section; mais, à l'autopsie, sur le squelette ou le cerveau on n'a relevé aucun trouble trophique de quelque importance.

» Tous ces opérés avaient donc présenté des résultats absolument comparables; cependant, malgré leur jeune âge, à l'époque de ces diverses interventions leur développement était en partie effectué; aussi nous avons fait porter nos expériences sur une seconde série d'animaux très voisins de leur naissance.

» Le 9 juin 1902, nous avons soumis à la même opération un jeune bouc né depuis 15 jours et une chevrette du même âge, puis, le 18 juin, une chienne et un chien respectivement âgés de 10 jours. Or, chez deux de ces sujets il est actuellement aisé de relever toutes les modifications extérieures précédemment signalées : du côté de la résection, œil plus petit, du moins en apparence, fente palpébrale moins grande, paupières moins ouvertes, pupille contractée. Peut-être pourrait-on mentionner également un semblant d'asymétrie céphalique? Néanmoins, ces modifications ne sont certainement pas plus accentuées chez ces animaux tout jeunes que chez les premiers.

» Tout faisait prévoir qu'à l'autopsie de ces sujets, dont à 6 mois la croissance est déjà avancée, on ne trouverait pas d'asymétrie évidente; c'est ce que cette autopsie a confirmé.

» Il nous semble donc que, dès aujourd'hui, nous sommes autorisés à dire :

» 1° Que la sympathicectomie provoque, chez les opérés, une modification indéniable, mais minime, de la physionomie;

» 2° Que cette modification de l'aspect extérieur ne comporte pas de troubles trophiques constants et importants.

» Sans vouloir établir un étroit rapprochement entre ce qui a été enregistré chez nos animaux et ce qui peut se passer dans l'espèce humaine, il est évident que les changements relevés à titre expérimental doivent être plus sensibles et peut-être plus gênants chez l'homme, dont la face est plus complexe. Toutefois, comme les désordres sont relativement de peu de valeur, nous estimons que, si dans certains états pathologiques la sympathicectomie devait donner de très grandes améliorations, la crainte des troubles trophiques ne constituerait peut-être pas un motif suffisant d'abstention. »

MÉDECINE. — *Hémoglobinurie musculaire.* Note de MM. **Jean Camus** et **P. Pagniez**, présentée par M. Bouchard.

« Dans la séance de l'Académie des Sciences du 11 août 1902 nous avons apporté une nouvelle explication de l'hémoglobinurie appuyée sur des faits tirés de l'expérimentation, de la médecine vétérinaire et de la pathologie humaine. Nos recherches montraient que des injections de suc musculaire dans les veines et des lésions musculaires provoquées occasionnaient de l'hémoglobinurie sans modifications appréciables de la couleur du plasma sanguin. On sait que, dans les hémoglobinuries causées par la destruction de globules rouges dans le sang circulant, le plasma est teinté en rouge.

» Les expériences suivantes nous montrent que c'est bien l'hémoglobine du muscle qui passe sans addition d'hémoglobine globulaire :

» 1° Le suc de muscles de chien, débarrassés de leur sang par le passage de plusieurs litres d'eau salée dans l'aorte abdominale, donne de l'hémoglobinurie par injection intraveineuse de quantité minime (l'extrait de muscle cardiaque ne se comporte pas différemment de celui des autres muscles).

» 2° Le suc musculaire, débarrassé de son hémoglobine par l'ébullition ou par le noir animal, ne donne plus d'hémoglobinurie.

» 3° Ce même suc, décoloré et additionné de quantité notable d'hémoglobine globulaire, ne donne pas d'hémoglobinurie.

» 4° On sait que le lapin possède des muscles rouges chargés d'hémoglobine et des muscles blancs qui n'en contiennent pas :

» *a*. Le suc de muscles rouges de lapin injecté au chien donne de l'hémoglobinurie ;

» *b*. Le suc des muscles blancs n'en donne pas ;

» c. Le suc de muscles blancs, additionné d'hémoglobine globulaire, n'occasionne pas d'hémoglobinurie.

» 5° La démonstration peut en être faite par dosage :

» a. On fait une injection intra-veineuse d'une petite quantité de suc musculaire pur; l'hémoglobinurie apparaît, puis après 1 heure environ l'urine est redevenue normale. On dose au colorimètre la quantité d'hémoglobine qui a passé dans l'urine par rapport à la quantité injectée.

» b. Sachant la quantité d'hémoglobine qui a passé en a, on injecte exactement la même quantité de suc musculaire que la première fois, mais additionnée d'une forte proportion d'hémoglobine globulaire; on dose de nouveau au colorimètre l'hémoglobine totale qui a traversé le rein, et l'on voit que cette quantité est à peu près identique à celle de a.

» L'addition d'hémoglobine globulaire n'a modifié en rien l'intensité de l'hémoglobinurie; c'est donc l'hémoglobine du muscle qui a passé seule dans les deux cas.

» Si l'on suppose que le passage de l'hémoglobine musculaire est favorisé par une autre substance, il faut admettre que cette dernière est spéciale au muscle et intimement unie à l'hémoglobine du muscle.

» Les injections d'extrait de rate, de foie, ne nous ont pas donné d'hémoglobinurie à des doses beaucoup plus fortes que celles du suc musculaire.

» Les solutions d'hémoglobine globulaire n'ont occasionné d'hémoglobinurie qu'à de hautes doses ($\frac{1}{60}$ du poids du sang environ : chiffre de Poufick), tandis que des doses comparativement insignifiantes d'hémoglobine musculaire nous ont toujours donné de l'hémoglobinurie.

» Nous avons obtenu de l'hémoglobinurie par injection d'eau distillée dans les masses musculaires, alors que des quantités plus considérables injectées dans les veines donnent de l'hémoglobinémie sans hémoglobinurie. Les mêmes résultats comparatifs ont été fournis par des injections de glycérine.

» Depuis notre Note du mois d'août, M. Lucet, qui depuis plus de 10 ans [1] a constaté chez le cheval des lésions musculaires dans l'hémoglobinurie, nous a envoyé avec une grande obligeance des détails qui concordent absolument avec nos expériences. Il a observé et décrit des lésions musculaires macroscopiques et microscopiques, survenant d'une façon constante, accompagnées d'impotence plus ou moins accentuée et suivies souvent d'atrophie. Dans ses dernières recherches, il a vu que le sérum, pendant la crise, n'était pas teinté par l'hémoglobine ; que ce sérum n'était

(1) Lucet, *Rec. Méd. vétér.*, 1889. — *Bull. Soc. cent. Méd. véter.*, 1892.

pas globulicide pour les globules normaux et que le nombre des globules rouges était peu modifié pendant la crise.

» Ces faits réunis à nos expériences semblent prouver jusqu'à l'évidence l'existence d'une hémoglobinurie musculaire.

» Une telle explication ne peut d'ailleurs convenir à tous les cas d'hémoglobinurie, et nous pensons qu'il faut les diviser en trois groupes : 1° hémoglobinurie musculaire par lésion des muscles; 2° hémoglobinurie globulaire par destruction massive de globules rouges dans le sang circulant; 3° hémoglobinurie urinaire (¹) par action globulicide (toxique ou osmonocive) de l'urine.

» La plupart des cliniciens signalent de l'albuminurie accompagnant l'hémoglobinurie; on a observé aussi des crises larvées caractérisées seulement par de l'albuminurie passagère, et Rolfe a vu chez les mêmes individus, tantôt des crises d'hémoglobinurie, tantôt des crises d'albuminurie. Dans nos expériences, nous avons vu non seulement l'urine pendant l'hémoglobinurie musculaire présenter les caractères des urines albumineuses, mais nous avons encore constaté parfois l'apparition isolée d'albumine avant celle d'hémoglobine; ce fait cadre assez bien avec les observations cliniques et avec les cas d'albuminurie consécutive à la fatigue musculaire; il fait supposer l'existence d'une albuminurie musculaire.

» Mais si l'on conçoit assez facilement que la fatigue puisse, par altération musculaire, faire passer dans la circulation des parties constituantes des muscles, on voit moins bien comment agit le froid, l'une des principales causes des accès d'hémoglobinurie. Or, dans tous les cas où nous avons produit de l'hémoglobinurie par action directe sur le muscle, nous avons vu non seulement de la contracture, mais aussi un tremblement fibrillaire intense. Le tremblement musculaire, constant dans tous les cas d'hémoglobinurie paroxystique, voilà, nous le croyons, le lien entre la sensation de froid et l'apparition de l'hémoglobine dans l'urine, en tenant compte, bien entendu, comme dans toutes les maladies, des prédispositions individuelles.

M. Chauffard (²), dans une expérience intéressante, a reproduit une crise larvée d'hémoglobinurie avec frissons, tremblement et albuminurie, en plongeant simplement la main d'un malade dans l'eau glacée. La main

---

(¹) Jean Camus et Pagniez, *Journ. de Physiol. et Path. gén.*, juillet 1901.

(²) Chauffard, *Soc. Méd.*, 14 juin 1895.

était isolée du reste du corps par une ligature, et M. Chauffard conclut de son expérience à l'influence du système nerveux sur l'hémoglobinurie, sans cependant expliquer le mode d'action. Nous pensons pouvoir ajouter aujourd'hui la seconde partie de l'arc réflexe dont la première a été vue par M. Chauffard, et l'arc complet serait le suivant : 1° excitation par le froid transmise aux centres; 2° transmission de l'excitation des centres aux groupes musculaires et production du tremblement qui, lui-même, occasionne l'hémoglobinurie. »

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur la formation des* anticorps *dans le sérum des animaux vaccinés.* Note de MM. **A. Calmette** et **E. Breton**, présentée par M. Roux.

« On sait que les injections de toxines, de corps microbiens, d'extraits cellulaires, etc., effectuées chez les animaux en vue de produire un sérum antitoxique, antimicrobien, cytolytique ou précipitant, doivent être répétées et espacées. On a remarqué, d'autre part, que la valeur du sérum obtenu ne dépassait pas une certaine limite, variable pour chaque animal, et que cette limite ne dépendait nullement du nombre d'injections reçues ni de la quantité de substances injectées. Des animaux qui reçoivent de grandes quantités de corps microbiens, par exemple, ou de toxine diphtérique ou tétanique, fréquemment renouvelées pendant plusieurs mois, produisent des sérums de moins en moins actifs. Nous nous sommes demandé s'il était possible, en variant les méthodes d'immunisation des animaux, de fixer les conditions qui permettent d'obtenir les sérums les plus actifs.

» *Dans une première série de recherches*, nous avons expérimenté avec un sérum de lapin hémolytique pour les hématies de poules. Après quatre injections, réparties sur un espace de 1 mois, nous avons obtenu un sérum très nettement hémolytique dont nous avons mesuré les effets. En continuant les injections d'hématies de poules aux mêmes lapins, nous avons constaté que le sérum de ceux-ci devenait moins hémolytique jusqu'à une moyenne d'activité relativement faible. Nous avons alors suspendu les injections pendant 6 mois. Au bout de ce temps le pouvoir hémolytique persistait encore, mais il était très faible. A ce moment, il a suffi de deux injections pour rendre au sérum un pouvoir hémolytique trois fois plus intense que celui qui avait été atteint après quatre injections chez les mêmes animaux et chez les animaux neufs pris comme témoins.

» *Dans une seconde série d'expériences*, nous avons éprouvé le pouvoir immunisant du sérum de cobaye vis-à-vis du bacille typhique. Après quatre injections sous-cutanées de bacilles atténués par le chauffage à 56°, le sérum de nos cobayes était nettement

sensibilisateur. En continuant les injections de microbes, le pouvoir sensibilisateur du sérum est resté sensiblement égal. Lorsque les injections ont été suspendues, ce pouvoir a progressivement augmenté pour disparaître en 2 ou 3 mois. Après 6 mois de repos, les cobayes ont reçu deux nouvelles injections de corps microbiens, et 8 jours après le sérum s'est montré beaucoup plus actif qu'il ne l'était autrefois. Pour rechercher cette sensibilisatrice antimicrobienne, nous avons employé la méthode décrite par Bordet et Gengou [1].

» Voici un résumé de nos expériences :

» Pour les recherches de sensibilisatrices hémolytiques, chaque expérience a porté sur deux animaux (lapins). Les injections étaient faites dans le péritoine, de 1^{cm^3} à 2^{cm^3} de globules de poules lavés à plusieurs reprises à l'eau physiologique. La dose d'alexine (sérum normal frais de lapin) était fixe : 13 gouttes. Nous avons cherché la dose de sensibilisatrice suffisante pour hémolyser complètement trois gouttes d'une émulsion de globules de poules lavés. Dans tous les cas le volume était rendu égal par l'addition d'eau physiologique.

Nombre d'injections.	Nombre de jours entre chaque injection.	Date de la première.	Date de la dernière.	Date de la saignée.	Pouvoir hémolytique. complet.
4..	7 jours	27 févr. 1902	25 mars	6 avril	4 gouttes de sérum sensibilisateur.
8..	7 jours	Id.	28 avril	5 mai	8 gouttes.
8..	7 jours	Id.	Id.	10 sept.	20 gouttes.
10..	6 mois entre la 8ième et la 9ième	Id.	28 oct.	6 nov.	½ goutte.

» Pour la recherche des sensibilisatrices antimicrobiennes, nous avons employé le procédé de Bordet et Gengou :

Nombre d'injections.	Nombre de jours entre chaque injection.	Date de la première.	Date de la dernière.	Date de la saignée.	Sensibilisatrices.
4..	5 jours	28 mars	29 avril	7 mai	Traces de sensibilisatrices (hémolyse tardive).

---

(1) *Annales de l'Institut Pasteur*, 25 octobre 1902.

Nombre d'injections.	Nombre de jours entre chaque injection.	Date de la première.	Date de la dernière.	Date de la saignée.	Sensibilisatrices.
6..	5 jours	28 mars	12 mai	20 mai	Sensibilisatrice (hémolyse rapide).
6..	Id.	Id.	18 mai	20 oct.	Absence de sensibilisatrice.
8..	6 mois entre la 7ième et la 8ième	Id.	6 nov.	14 nov.	Sensibilisatrice (hémolyse rapide).

» *En résumé*, nous avons observé que la répétition des injections immunisantes, loin d'augmenter l'activité des anticorps (immunisines ou hémolysines), diminue celle-ci assez rapidement. Par contre, les animaux immunisés, que l'on a laissés au repos pendant plusieurs mois, fournissent des sérums beaucoup plus actifs après deux injections succédant à une période de repos prolongé.

» Ces constatations présentent une certaine importance, parce qu'elles trouvent leur application dans la préparation des sérums thérapeutiques antitoxiques et antimicrobiens. »

A 4 heures et demie l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 17 novembre 1902.

M. Lœwy, Directeur de l'Observatoire de Paris, présente en hommage à l'Académie les publications suivantes :

Catalogue de l'Observatoire de Paris : Etoiles observées aux instruments méridiens de 1837 à 1881. Positions observées des étoiles de 1837 à 1881. T. IV (xviiih à xxivh). Paris, Gauthier-Villars, 1902-1903; 2 vol. in-4°.

Observatoire de Paris. *Catalogue photographique du Ciel :* Coordonnées rectilignes. T. I : Zone +23° à +25°. Paris, Gauthier-Villars, 1902; 1 vol. in-4°.

Institut de France. Académie des Sciences. *Bulletin du Comité international*

permanent pour l'exécution photographique de la Carte du Ciel. T. III, 2e fasc. Paris, Gauthier-Villars, 1902; 1 vol. in-4°.

Annales de l'Observatoire de Paris, publiées sous la direction de M. MAURICE LŒWY, Directeur de l'Observatoire : *Mémoires,* t. XXIII; *Observations,* 1898. Paris, Gauthier-Villars, 1902; 2 vol. in-4°.

Institut de France. *Science et Poésie,* par M. JANSSEN, délégué de l'Académie des Sciences : Lu dans la séance publique annuelle des Cinq Académies du 25 octobre 1902. Paris, Firmin-Didot et Cie, 1902; 1 fasc. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

(*A suivre.*)

ERRATA.

(Séance du 10 novembre 1902.)

Note de M. *E. van Aubel,* Sur les phénomènes de Hall et le pouvoir thermo-électrique :

Page 786, ligne 1 en remontant [note (3)], *au lieu de* M. Maurice Duysk, *lisez* M. Maurice Duyk.

(Séance du 17 novembre 1902.)

Note de M. *Azoulay,* Reproduction en nombre illimité des phonogrammes en cire, etc. :

Page 879, lignes 25 et 26, *au lieu de* si on l'enlève, *lisez* si on ne l'enlève pas.

Page 880, ligne 10, *après* un mandrin chauffé dans la même étuve, *ajoutez* (pas oujours nécessaire).